

2b

VMBO - T | HAVO | VWO

biologie voor jou
HANDBOEK

bvji

MALMBERG

2b VMBO-THV

biologie voor jou
HANDBOEK



BIOLOGIE VOOR DE ONDERBOUW
VMBO-T | HAVO | VWO

AUTEURS

ARTEUNIS BOS
ARTHUR JANSEN
ONNO KALVERDA
HANS RAWEE
GERARD SMITS
BEN WAAS

ZEVENDE EDITIE
MALMBERG 'S-HERTOGENBOSCH
WWW.BIOLOGIEVOORJOU.NL

Voorwoord

Het biologieboek dat voor je ligt, is deel 2b van 'Biologie voor jou'. Hoe het boek precies in elkaar zit, kun je zien als je het doorbladert. We hebben dit boek zó geschreven, dat je er zelfstandig mee kunt werken.

Je kunt op hulp van je docent rekenen als je die nodig hebt.

Bij dit boek hoort een werkboek, een antwoordenboek en een methodesite. Op de methodesite vind je een digitale versie van het werkboek en/of handboek.

Daarnaast is er de mogelijkheid om digitaal te oefenen (inclusief diagnostische toetsing).

WERKEN MET BIOLOGIE VOOR JOU

De onderwerpen die in dit boek staan, noemen we thema's. Elk thema begint met een inleiding. Hierin staat kort beschreven wat je in het thema kunt verwachten. Elk thema bestaat uit de volgende onderdelen:

- Basisstof
- Extra basisstof
- Samenvatting
- Diagnostische toets
- Verrijkingsstof

Hierna kun je lezen hoe je met deze onderdelen moet werken.

BASISSTOF

In de basisstof staan teksten en afbeeldingen die je gaat lezen. Je komt dan vanzelf een verwijzing tegen naar opdrachten die in het werkboek staan. Bijvoorbeeld:

WB OPDRACHT 1 BLZ. 6

Deze opdrachten maak je in je werkboek.

Aan het einde van de basisstof staat soms een keuzeopdracht. Je hoort van je docent of je deze keuzeopdracht moet maken.

Als je de opdrachten hebt gemaakt, word je terugverwezen naar het handboek. Bijvoorbeeld:

HB BASISSTOF 2 BLZ. 12

Soms moet je bij een opdracht gebruikmaken van internet.

Bij sommige opdrachten heb je een knipblad nodig. Deze knipbladen zitten in het werkboek. Het is handig als je zelf een schaar en een plakstift hebt. Naast je gewone schrijfmateriaal heb je een tekenpotlood (HB) nodig en kleurpotloden. Met het antwoordenboek kun je zelf de gemaakte opdrachten nakijken.

EXTRA BASISSTOF

Aan het einde van de basisstof staat de extra basisstof. Als je de basisstof klaar hebt, hoor je van je docent of je de extra basisstof moet gaan maken. De gemaakte opdrachten uit de extra basisstof kun je nakijken met het antwoordenboek.

SAMENVATTING

In de samenvatting is kort weergegeven wat je hebt geleerd in de basisstof en (eventueel) in de extra basisstof. Je moet dit ‘kennen en kunnen’ voor een proefwerk.

DIAGNOSTISCHE TOETS

Met de diagnostische toets kun je nagaan of je alles ‘kent en kunt’ wat in de samenvatting staat. De diagnostische toets kun je nakijken met het antwoordenboek.

De diagnostische toets kun je ook maken op de methodesite. Je krijgt dan meteen te zien of je de vragen goed hebt beantwoord.

VERRIJKINGSSTOF

Als je alles ‘kent en kunt’ wat in de samenvatting staat, kun je aan de verrijkingsstof beginnen. De verrijkingsstof bestaat uit onderdelen waaruit je kunt kiezen. Je hoeft niet alle onderdelen te maken; je hoort van je docent hoeveel je er moet kiezen. De opdrachten van de verrijkingsstof kun je met het antwoordenboek nakijken.

We hopen dat je met veel plezier met dit boek zult werken.

De auteurs

Inhoud

Thema 5

Erfelijkheid en evolutie

BASISSTOF 8

1	Genotype en fenotype	8
2	Chromosomen, genen en eiwitten	12
3	Variatie in genotypen	15
4	De evolutietheorie	23
5	Fossielen	31
6	De geschiedenis van het leven op aarde	33
7	Biotechnologie	38

EXTRA BASISSTOF 45

8	Tweelingen	45
9	Argumenten voor de evolutietheorie	46

SAMENVATTING 50

DIAGNOSTISCHE TOETS 53

VERRIJKINGSSTOF 60

1	Erfelijkheidsonderzoek	60
2	Het syndroom van Down	63
3	Puzzel	65

Thema 6

Ecologie

BASISSTOF 68

1	Wat is ecologie?	68
2	Voedselrelaties	71
3	Kringlopen	75
4	Populaties	78
5	Aanpassingen bij dieren	81
6	Aanpassingen bij planten	84

EXTRA BASISSTOF 87

7	Piramides	87
8	Successie	90

SAMENVATTING 92

DIAGNOSTISCHE TOETS 95

VERRIJKINGSSTOF 102

1	Water in de bodem	102
2	Strooisellaag	103
3	Een voedselweb in een eik	106

Thema 7

Mens en milieu

BASISSTOF	110
1 De mens en het milieu	110
2 Energie	117
3 Het broeikaseffect	122
4 Afval	126
5 Voedselproductie	131
EXTRA BASISSTOF	140
6 Schone lucht	140
7 Bescherming tegen ziekten en plagen	143
SAMENVATTING	147
DIAGNOSTISCHE TOETS	151
VERRIJKINGSSTOF	158
1 Water en bodem	158
2 Zwerfafval	161
3 Een bodemprofiel maken	163
REGISTER	164

5

Erfelijkheid en evolutie



BASISSTOF

- 1 Genotype en fenotype
- 2 Chromosomen, genen en eiwitten
- 3 Variatie in genotypen
- 4 De evolutietheorie
- 5 Fossielen
- 6 De geschiedenis van het leven op aarde
- 7 Biotechnologie

EXTRA BASISSTOF

- 8 Tweelingen 45
- 9 Argumenten voor de evolutietheorie 46

SAMENVATTING EN DIAGNOSTISCHE TOETS

- Samenvatting 50
- Diagnostische toets 53

VERRIJKINGSSTOF

- 1 Erfelijkheidsonderzoek 60
- 2 Het syndroom van Down 63
- 3 Puzzel 65



Dit thema heet: Erfelijkheid en evolutie. Je hebt eigenschappen geërfd van je ouders, net als iedereen. In dit thema leer je hoe ouders eigenschappen kunnen doorgeven aan hun nakomelingen. Tot in de negentiende eeuw dachten mensen dat alle soorten organismen altijd onveranderd hadden bestaan. Nu denken de meeste mensen daar anders over. Waarschijnlijk zijn de soorten die nu op aarde leven in de loop van miljoenen jaren ontstaan uit andere soorten. In dit thema leer je hoe dit waarschijnlijk in zijn werk is gegaan.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Genotype en fenotype

▼ **Afb. 1** Het fenotype is het uiterlijk van een organisme.



Van een pasgeboren baby wordt weleens gezegd: 'Ik vind dat hij op zijn moeder lijkt', of: 'Zij heeft de ogen van haar vader.' Je kunt dan aan het kind zien dat het eigenschappen heeft geërfd van de moeder en de vader. Het uiterlijk (de zichtbare eigenschappen) van een organisme noemen we het **fenotype** van dat organisme (zie afbeelding 1).

Je fenotype bestaat uit duizenden eigenschappen. Veel van die eigenschappen heb je geërfd van je ouders. Je kunt bijvoorbeeld de kleur van je haar, de kleur van je ogen en de vorm van je gezicht hebben geërfd. De **informatie** voor je erfelijke eigenschappen ligt in het **DNA** in de celkernen. In elke cel van je lichaam bevat de celkern de informatie voor al je erfelijke eigenschappen. In nieuwsberichten lees je regelmatig over DNA (zie afbeelding 2).

▼ **Afb. 2**

**DNA-test
erfelijke
ziekten**

Dader gepakt door DNA-test

**DNA-onderzoek
verheldert evolutie**

**Nieuwe soort
ontdekt door
DNA-onderzoek**

**Beter daten
met DNA-test**

**Kim weet nu wie haar
vader is dankzij
DNA-verwantschapstest**

Fraude met paardenvlees ontdekt door DNA-test

DNA LIGT IN CHROMOSOMEN

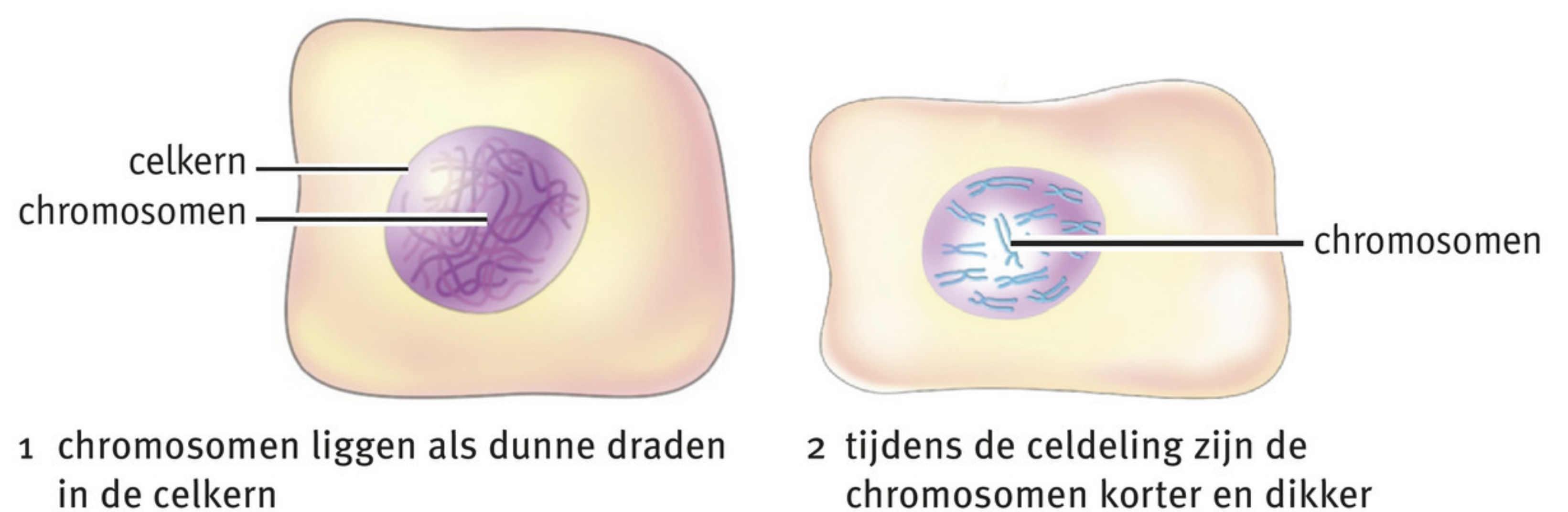
In elke celkern in je lichaam liggen **chromosomen**. Chromosomen zijn langgerekte dunne 'draden'. Ze liggen in een celkern als een wirwar door elkaar (zie afbeelding 3.1). Alleen wanneer een cel zich deelt, worden de chromosomen korter en dikker. Met een microscoop kun je de chromosomen dan zien (zie afbeelding 3.2).

Chromosomen bestaan voor een groot deel uit de stof DNA (zie afbeelding 4). Deze stof bevat de informatie voor je erfelijke eigenschappen. Het DNA in de chromosomen in één enkele celkern bevat de complete informatie voor al je erfelijke eigenschappen. Deze informatie noemen we het **genotype**.

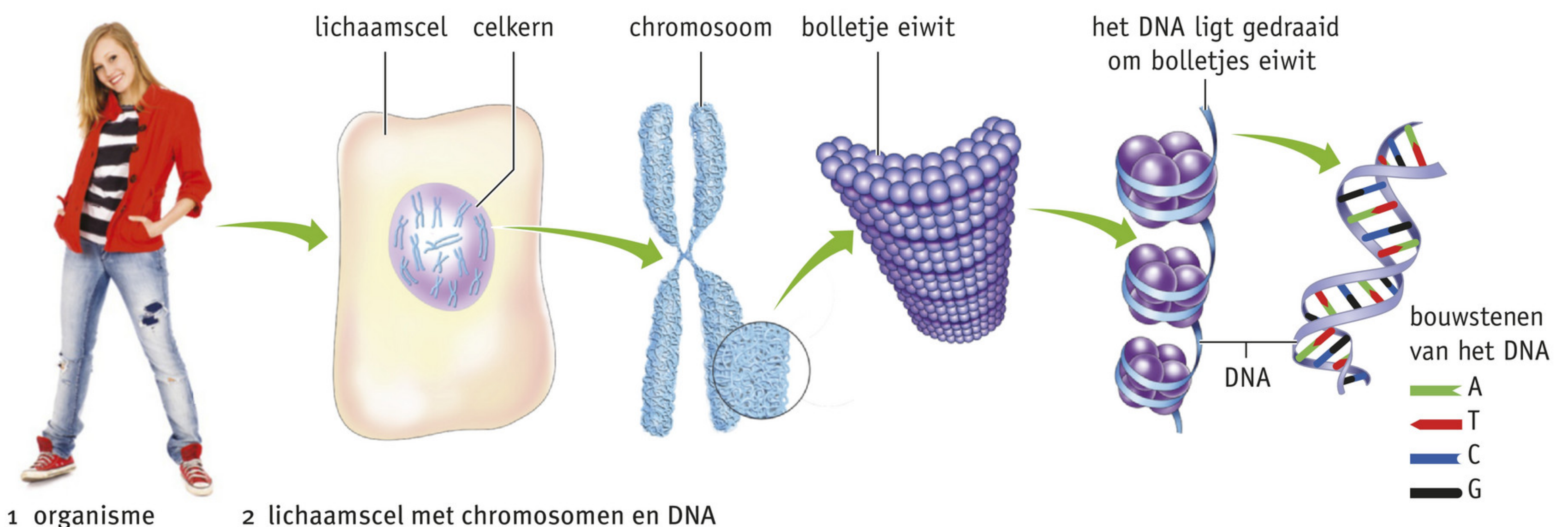
Het genotype van een organisme is de informatie voor de erfelijke eigenschappen van dat organisme. Het fenotype van een organisme is het uiterlijk (de zichtbare eigenschappen) van dat organisme.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 6

▼ **Afb. 3** Een cel met celkern en chromosomen.



▼ **Afb. 4**

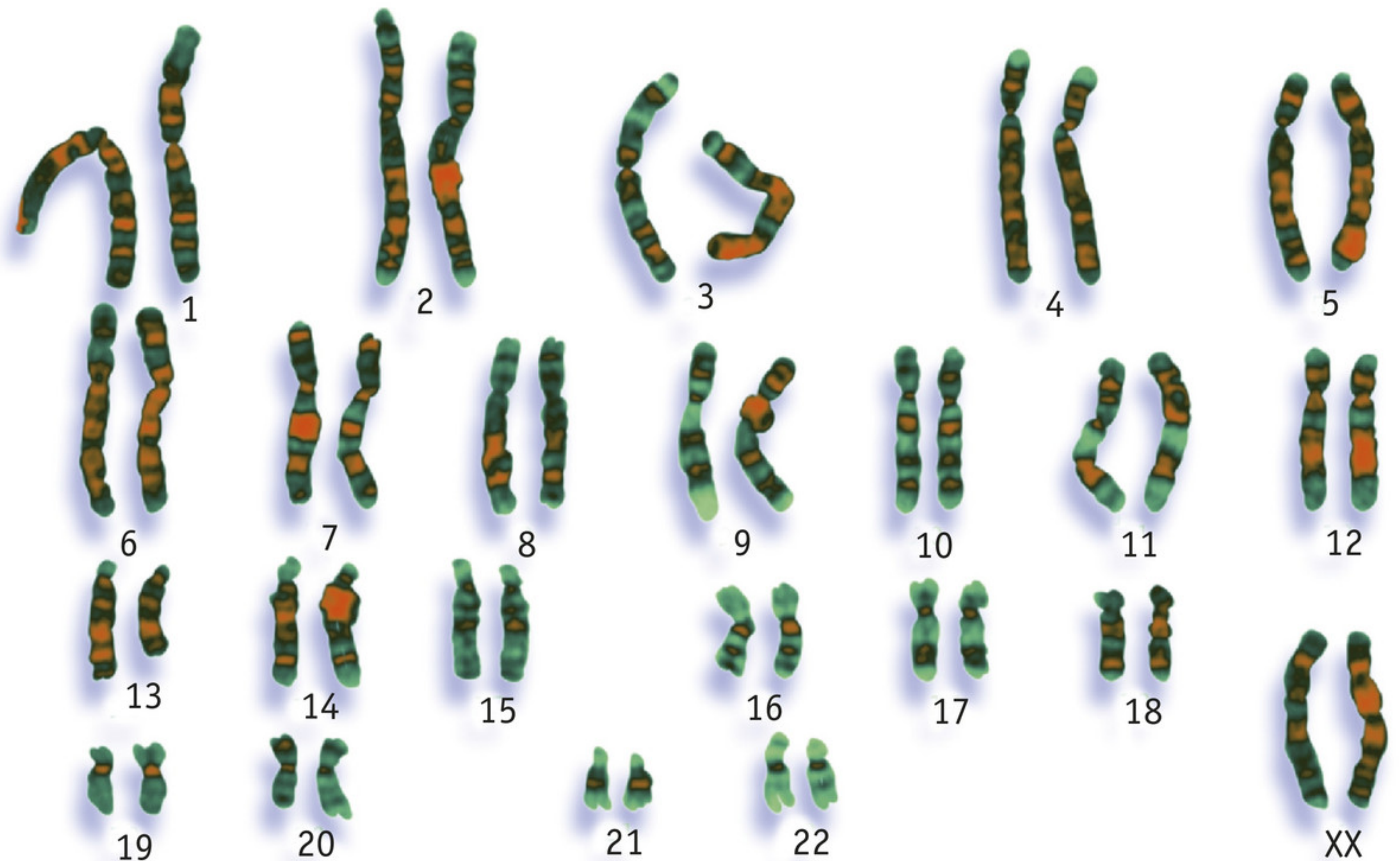


CHROMOSOMENPAREN

Met een microscoop zijn de chromosomen in een celkern meestal niet zichtbaar. Maar als een cel zich gaat delen, worden de chromosomen wel zichtbaar.

In afbeelding 5 zie je de chromosomen van één cel van een vrouw gerangschikt naar grootte en vorm. Uit deze afbeelding blijkt dat een cel van een mens 46 chromosomen bevat. De chromosomen zijn telkens twee aan twee aan elkaar gelijk. De chromosomen komen in **paren** voor. De beide chromosomen van een paar zijn aan elkaar gelijk. Ze bevatten ook de informatie voor dezelfde erfelijke eigenschappen.

► **Afb. 5** Chromosomenparen van een vrouw.



Een mens heeft 23 paren chromosomen in een celkern. Dit geldt voor alle cellen waaruit het lichaam van een mens is opgebouwd. Deze cellen noemen we **lichaamscellen**. Voorbeelden van lichaamscellen zijn levercellen, spiercellen en huidcellen.

▼ **Afb. 6** Enkele soorten met het aantal chromosomen per lichaamscel.



Elke soort organisme heeft in de kernen van lichaamscellen een vast aantal chromosomen. Deze chromosomen komen telkens in paren voor. In afbeelding 6 is voor een aantal soorten het aantal chromosomen per lichaamscel weergegeven. Uit deze afbeelding blijkt dat elke soort een even aantal chromosomen in de lichaamscellen heeft.

WB OPDRACHT 2 EN 3 BLZ. 7

HOE KOMT HET FENOTYPE TOT STAND?

Het genotype kan veel eigenschappen bepalen. Als je bijvoorbeeld zwart haar hebt, wordt deze kleur veroorzaakt door je genotype. Ook als je steil (niet krullend) haar hebt, wordt deze eigenschap veroorzaakt door je genotype. Het genotype bepaalt echter niet al je eigenschappen. Als je zwart haar hebt, kun je je haren blond verven. De kleur van je haar verandert dan. Maar in je chromosomen blijft de informatie aanwezig voor zwart haar. Het haar dat nieuw aangroeit, is zwart. Als je je haar niet opnieuw verft, is het na enige tijd weer zwart.

Daaruit blijkt dat je nog steeds de erfelijke eigenschap voor zwart haar bezit. Deze erfelijke eigenschap voor zwart haar kun je ook doorgeven aan je nakomelingen. Het maakt dan niet uit of je haar is geverfd of niet.

Misschien heb je een lichte huid. In de zomer kan je huid bruiner worden door de zon. Je fenotype verandert dan. Maar in je chromosomen blijf je de erfelijke eigenschap voor een lichte huid bezitten (zie afbeelding 7).

Uit deze voorbeelden blijkt dat het fenotype maar voor een deel wordt bepaald door het genotype. Het fenotype kan door allerlei oorzaken veranderen, zonder dat het genotype verandert. De oorzaken van deze veranderingen vatten we samen als 'invloeden uit het milieu'.

Het fenotype van een organisme komt tot stand door het genotype en door invloeden uit het milieu.

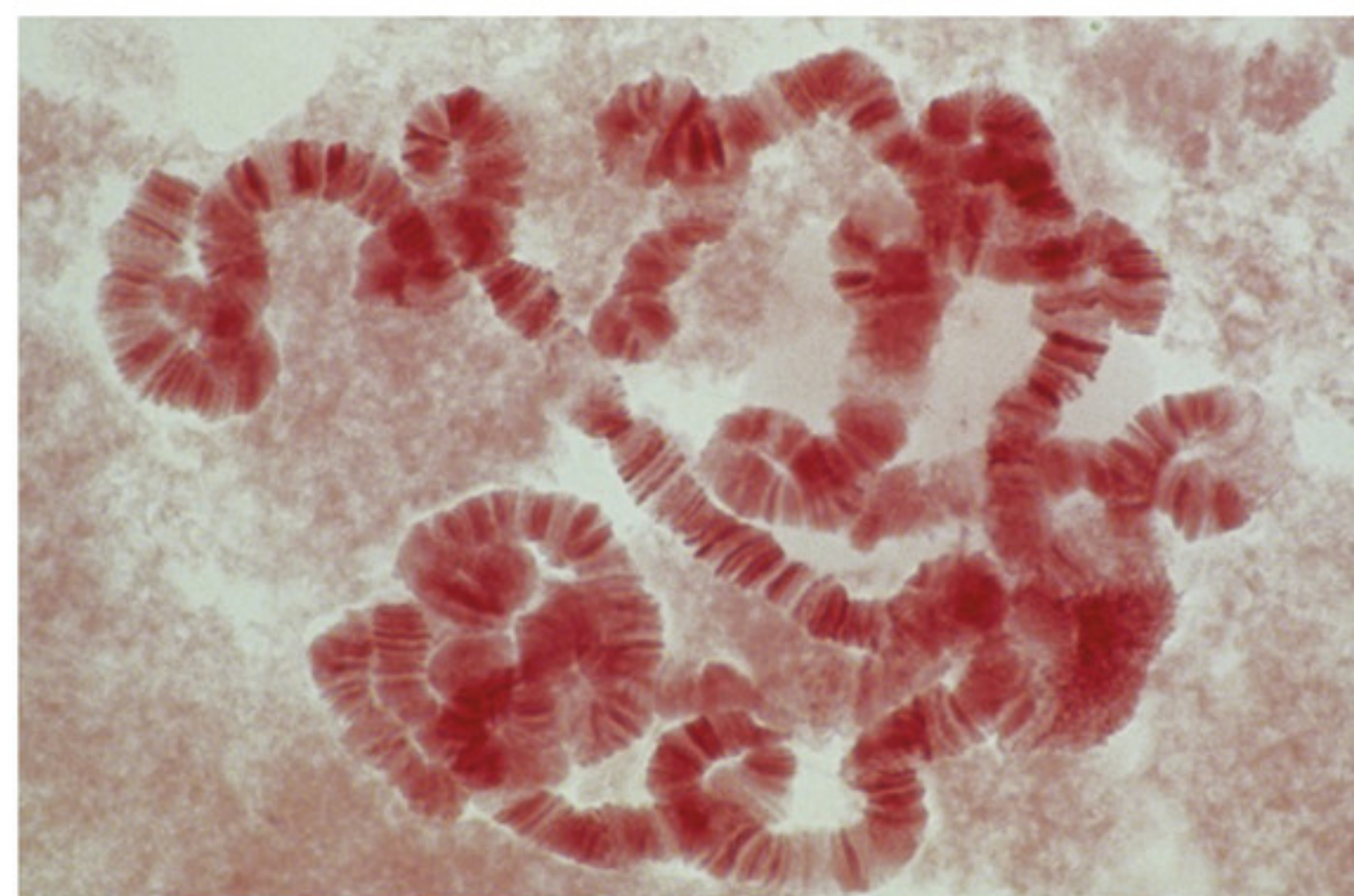
WB OPDRACHT 4 EN 5 BLZ. 8

▼ **Afb. 7** Het fenotype komt tot stand door het genotype en door invloeden uit het milieu.



2 Chromosomen, genen en eiwitten

▼ **Afb. 8** Chromosoom (microscopische foto).



Ieder mens heeft duizenden erfelijke eigenschappen. De informatie hiervoor ligt in slechts 46 chromosomen. Elk chromosoom bevat dan ook de informatie voor een groot aantal erfelijke eigenschappen.

Een **gen** is een deel van een chromosoom dat de informatie bevat voor één erfelijke eigenschap. Elk chromosoom bevat veel genen. Alle genen in een celkern samen vormen het genotype van een organisme.

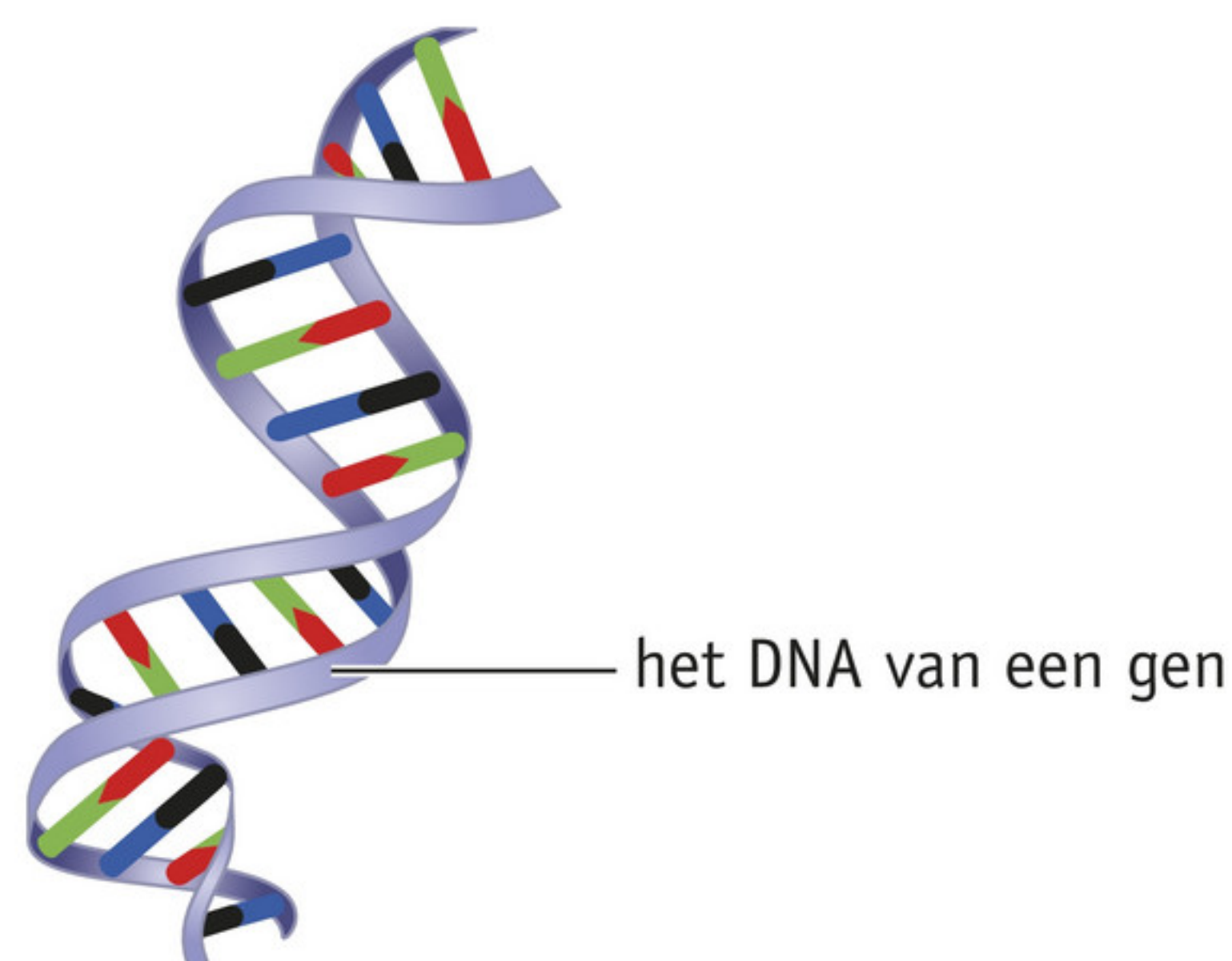
VAN GEN VIA EIWIT NAAR FENOTYPE

Genen kunnen aan of uit gezet worden. Wanneer een gen *aan* staat in een cel, wordt een bepaald **eiwit** gemaakt. Een gen van een oogcel bevat bijvoorbeeld de informatie voor het maken van een oogkleureiwit. Als dit gen in de cellen van je oog *aan* staat, krijg je bijvoorbeeld bruine ogen. De oogkleur is een deel van het fenotype (zie afbeelding 9). Vanuit de oogkleurgenen wordt via oogkleureiwitten het fenotype oogkleur zichtbaar. Zo werkt het ook met andere genen.

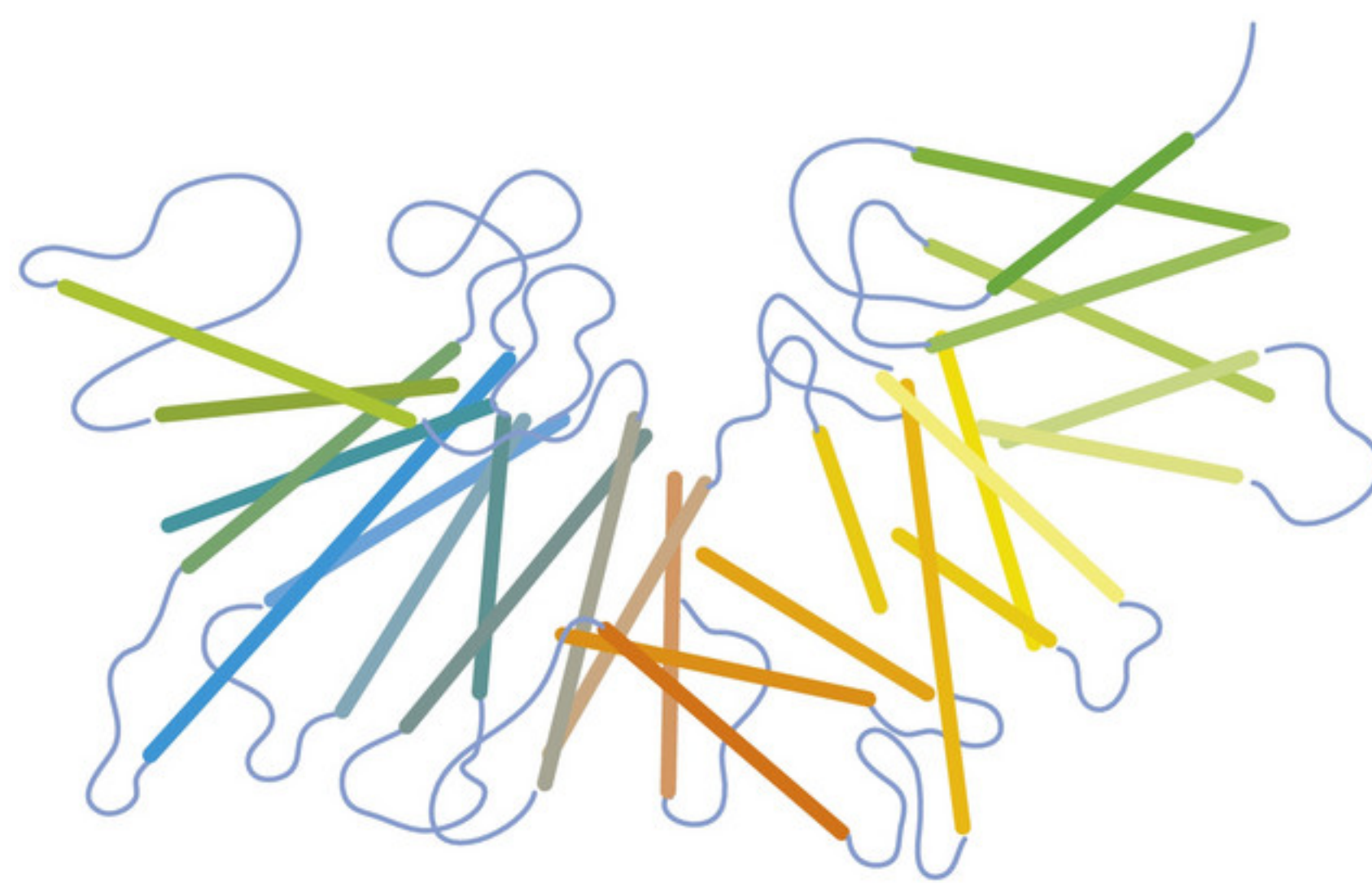
Als een gen *aan* staat, kan het weinig actief tot erg actief zijn. Als een gen erg actief is, wordt er veel van het eiwit gemaakt. Bij iemand die veel aan krachttraining doet, zijn de genen die spiereiwitten maken bijvoorbeeld erg actief. Deze persoon heeft als fenotype dikkere spieren. Bij iemand die weinig aan lichaamsbeweging doet, zijn de genen die spiereiwitten maken weinig actief. Deze persoon heeft als fenotype dunnere spieren.

WB OPDRACHT 6 BLZ. 11

▼ **Afb. 9** Van gen via eiwit naar fenotype.



1 een oogkleurgen bevat de informatie voor het maken van een oogkleureiwit

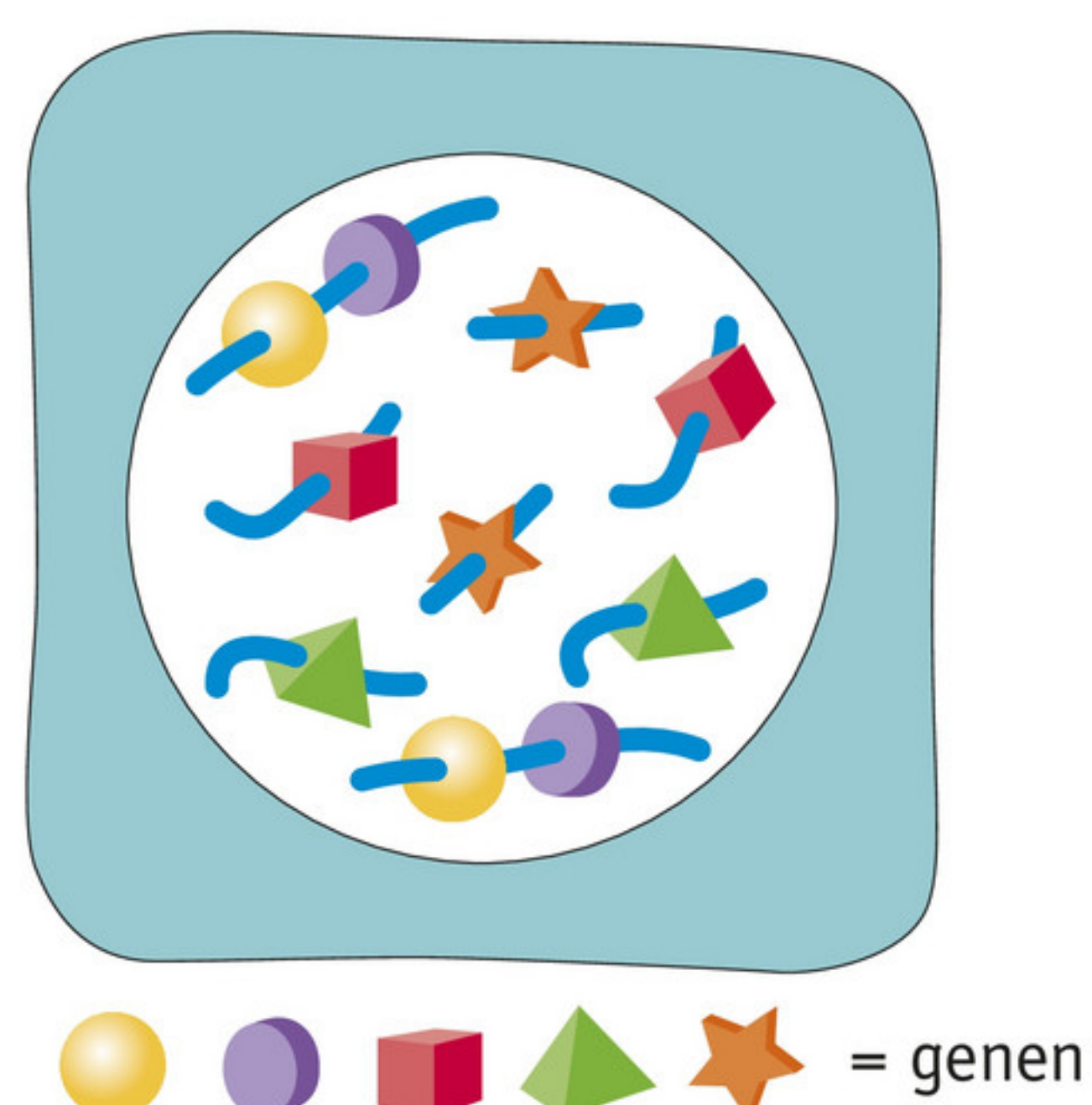


2 als dit oogkleurgen in een oogcel *aan* staat, wordt dit oogkleureiwit gemaakt



3 door het oogkleureiwit wordt het fenotype oogkleur zichtbaar

▼ **Afb. 10** Lichaamscel met chromosomen en genen (schematisch).



GENENPAAREN IN LICHAAMSCELLEN

Je hebt geleerd dat de chromosomen in lichaamscellen in paren voorkomen. De twee chromosomen van een paar zijn aan elkaar gelijk. Ze bevatten dan ook genen voor dezelfde erfelijke eigenschappen (zie afbeelding 10). In lichaamscellen komen de genen **in paren** voor. Eén genenpaar bevat de informatie voor één erfelijke eigenschap.

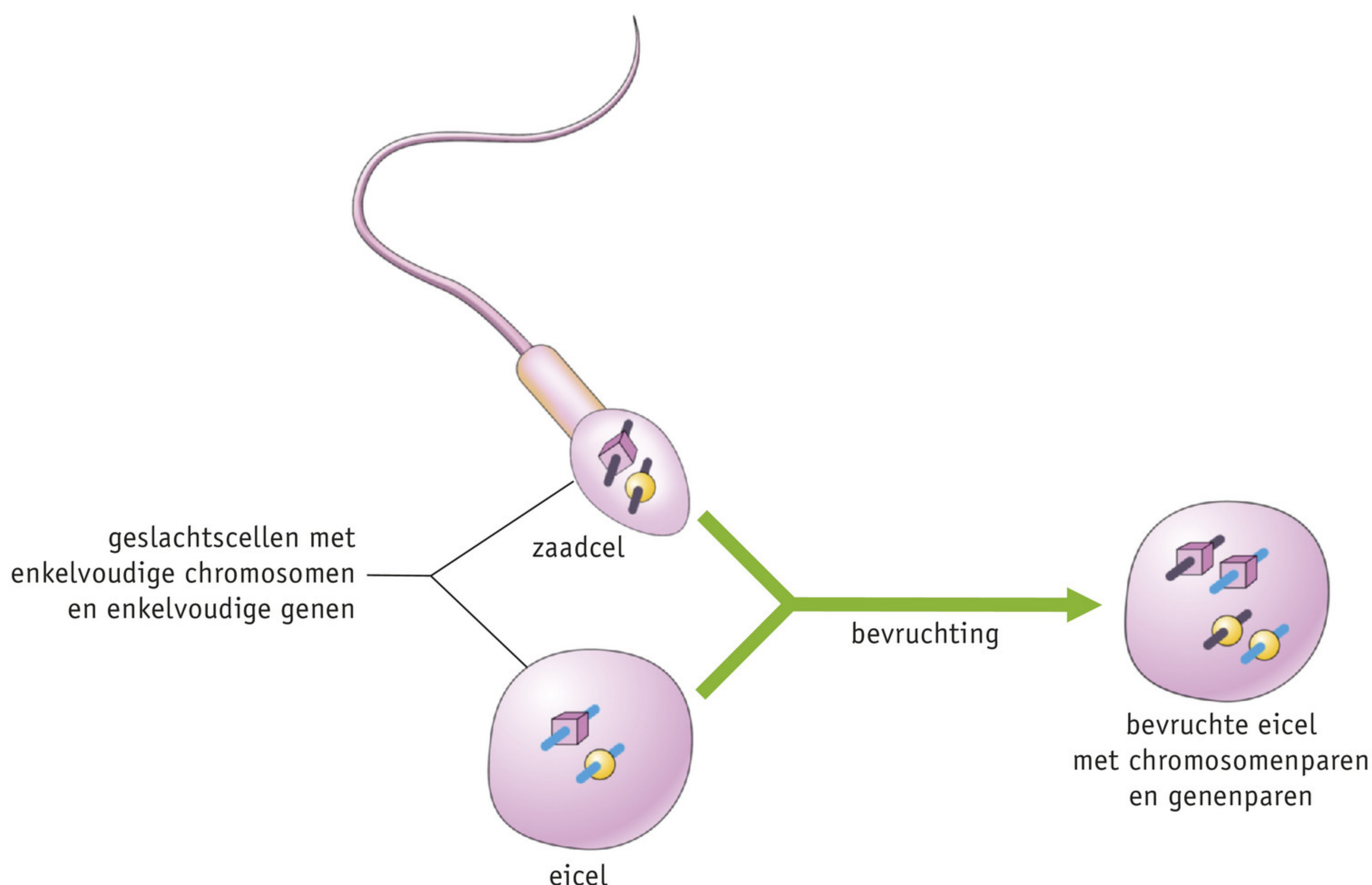
ENKELVOUDIGE GENEN IN GESLACHTSCELLEN

Ook in de kernen van geslachtscellen (eicellen en zaadcellen) komen chromosomen voor. In geslachtscellen komen de chromosomen echter niet in paren voor, maar **enkelvoudig**. Een geslachtscel bevat dus geen genenparen, maar enkelvoudige genen. Een geslachtscel van een mens bevat dan ook geen 46 chromosomen, maar slechts 23.

Bij bevruchting versmelten de kern van een zaadcel en de kern van een eicel met elkaar. De chromosomen van de zaadcel en de chromosomen van de eicel komen dan bij elkaar. Samen komen ze in de kern van de bevruchte eicel terecht.

De kern van de zaadcel bevat 23 chromosomen die afkomstig zijn van de vader. De kern van de eicel bevat 23 chromosomen die afkomstig zijn van de moeder. De kern van de bevruchte eicel bevat weer 46 chromosomen. Deze chromosomen zijn twee aan twee aan elkaar gelijk. Van elk chromosomenpaar is één chromosoom afkomstig van de vader en één van de moeder (zie afbeelding 11).

▼ **Afb. 11** Chromosomen bij bevruchting.

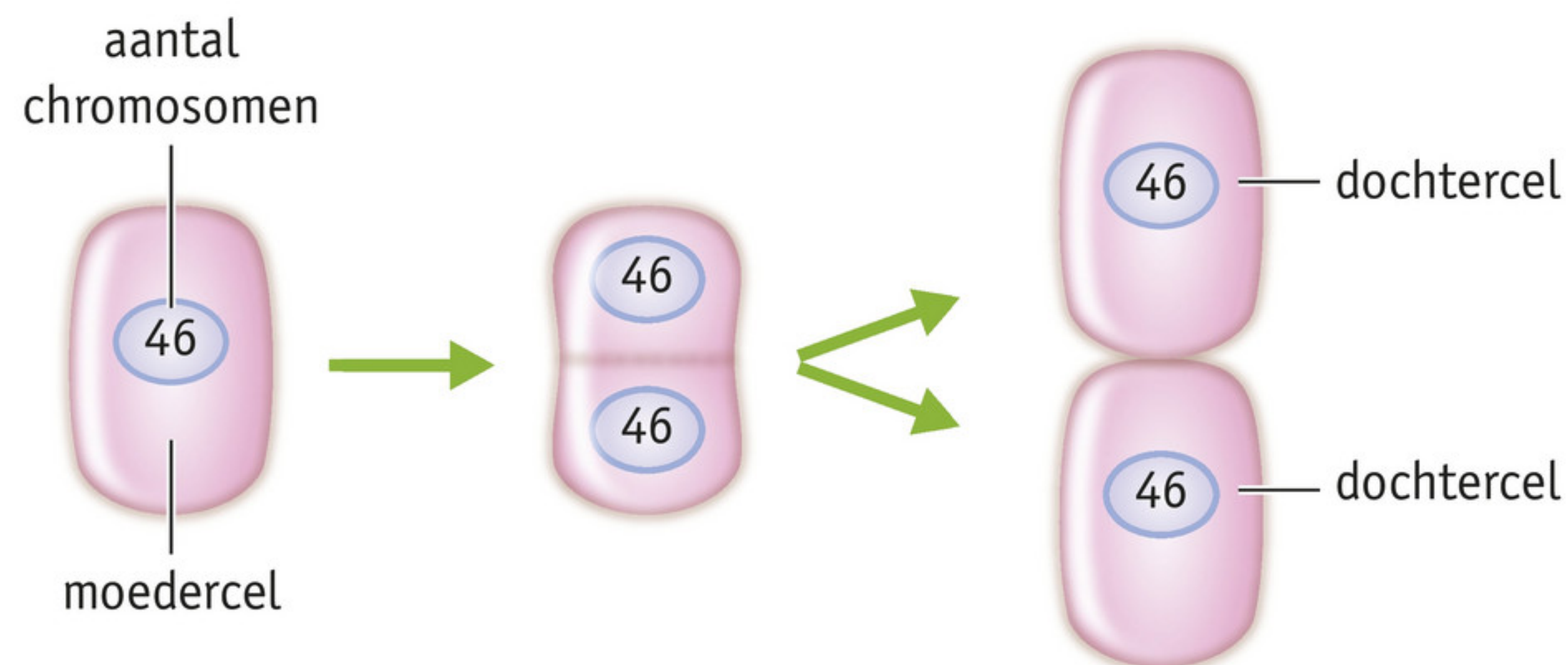


slechts 2 van de 23 chromosomen(paren) zijn getekend in elke cel

CELDELING VAN LICHAAMSCELLEN

De bevruchte eicel groeit uit tot een embryo, en daarna tot een kind. Tijdens deze groei worden miljoenen nieuwe lichaamscellen gevormd. De vorming van nieuwe cellen vindt plaats door **celdeling**. Een **moedercel** deelt zich in tweeën en vormt zo twee **dochtercellen** (zie afbeelding 12). Bij deze celdeling van lichaamscellen verandert de informatie voor de erfelijke eigenschappen niet. De kernen van de dochtercellen bevatten dezelfde informatie voor erfelijke eigenschappen als de moedercel. De dochtercellen hebben dan ook hetzelfde genotype als de moedercel.

► **Afb. 12** Celdeling van lichaamscellen van de mens (schematisch).

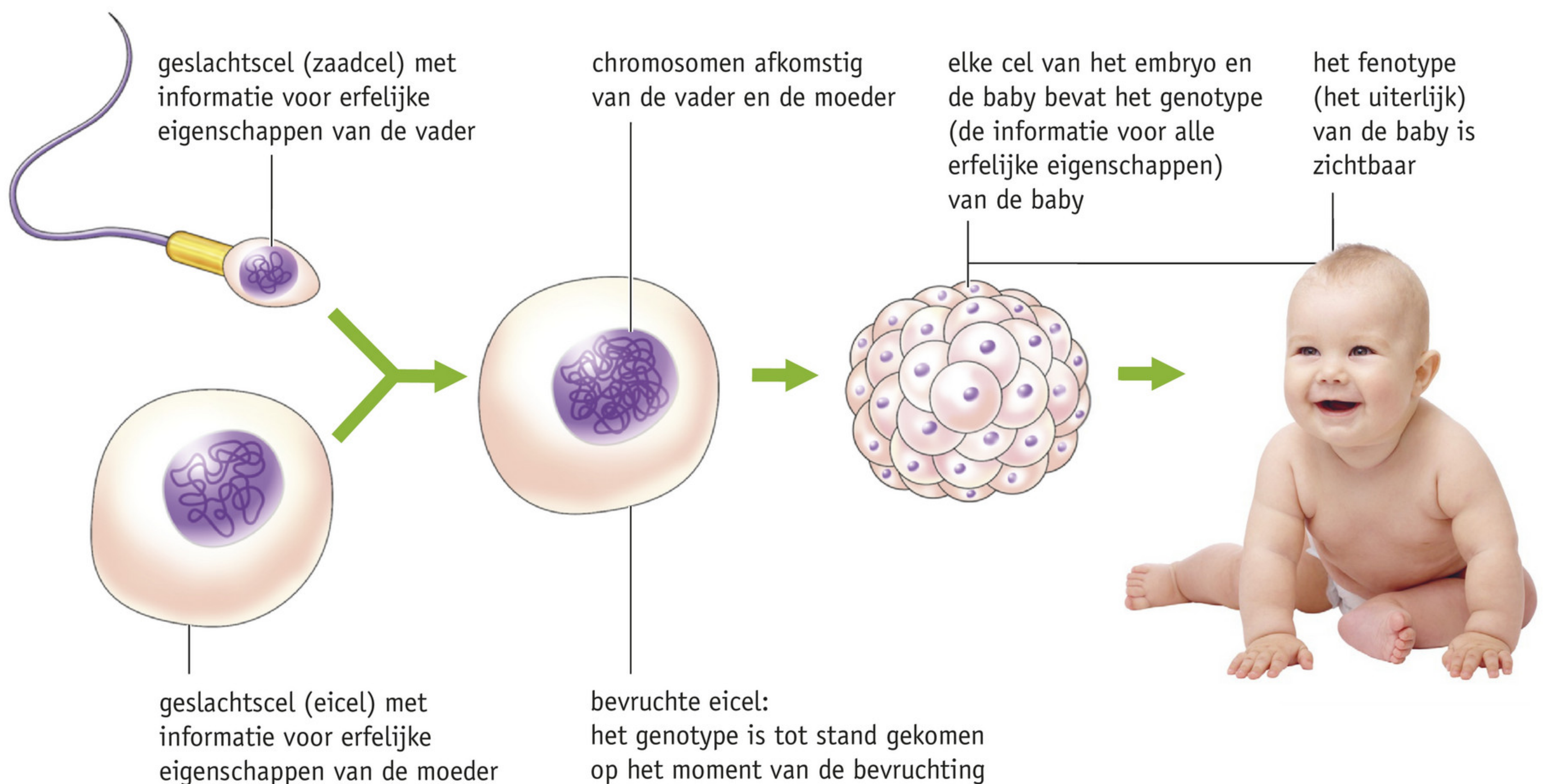


Als de chromosomen van zaadcel en eicel bij elkaar zijn gekomen, bevatten deze samen de informatie voor alle erfelijke eigenschappen van het nieuwe organisme (zie afbeelding 13).

Het genotype van een organisme komt tot stand op het moment van bevruchting.

WB OPDRACHT 7 T/M 9 BLZ. 12

▼ **Afb. 13**



3 Variatie in genotypen

De haarvorm is een erfelijke eigenschap. Bij mensen komt in elke lichaamscel een genenpaar voor dat de informatie bevat voor de haarvorm.

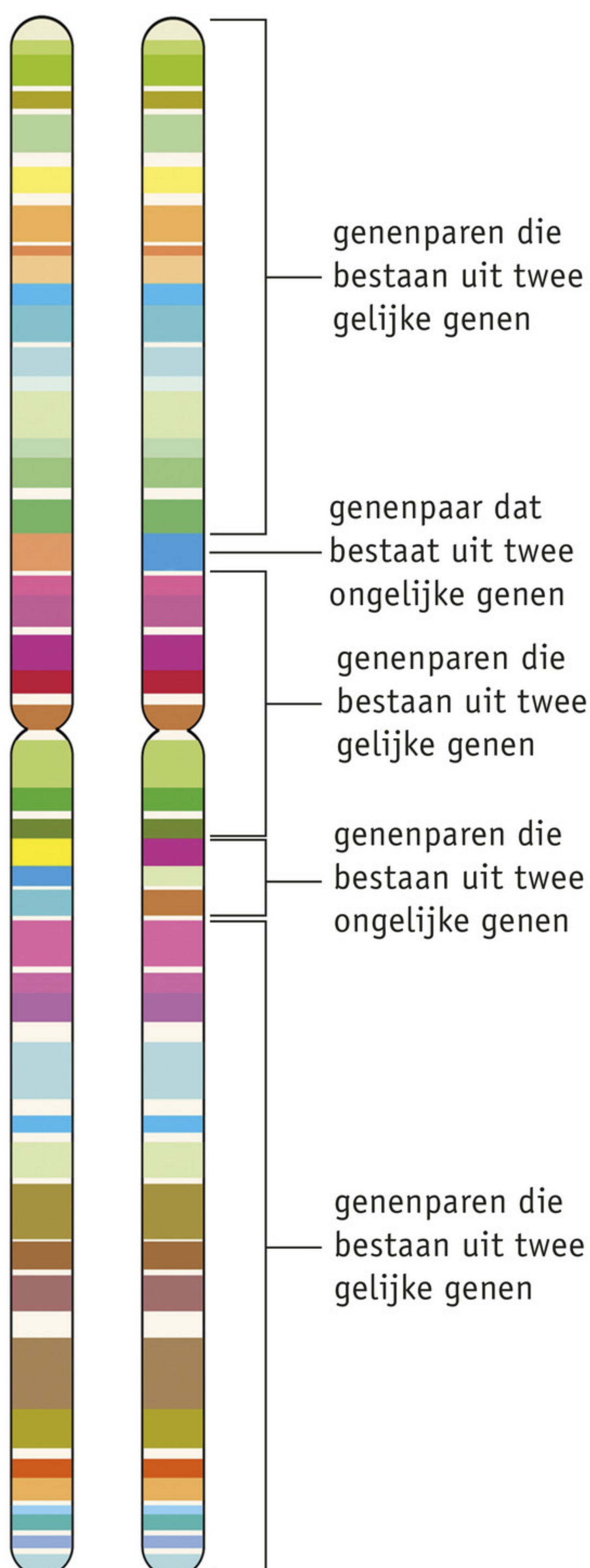
De haarvorm is echter niet bij iedereen gelijk. Sommige mensen hebben steil haar, anderen krullend haar. Bij verschillende personen kan het genenpaar voor de haarvorm dan ook verschillende informatie bevatten. Er zijn genen met de informatie voor steil haar en er zijn genen met de informatie voor krullend haar.

GELIJKE EN ONGELIJKE GENENPAREN

Bij sommige mensen bestaat het genenpaar voor de haarvorm uit twee genen voor steil haar. Bij anderen kan het genenpaar voor de haarvorm bestaan uit twee genen voor krullend haar. Maar er zijn ook mensen bij wie het genenpaar voor de haarvorm bestaat uit één gen voor steil haar en één gen voor krullend haar.

In afbeelding 14 zie je dat het genenpaar voor een erfelijke eigenschap kan bestaan uit twee **gelijke genen** of uit twee **ongelijke genen**. In elk chromosomenpaar liggen vele genenparen. Sommige genenparen bestaan uit twee gelijke genen. Maar er zijn vrijwel altijd ook genenparen aanwezig die bestaan uit twee ongelijke genen (zie afbeelding 15).

▼ **Afb. 15** Genenparen in een chromosomenpaar (schematisch).



▼ **Afb. 14** Genenparen voor de haarvorm.



1 twee genen voor krullend haar



2 twee genen voor steil haar



3 één gen voor steil haar en één gen voor krullend haar

Legenda:

● gen voor krullend haar

● gen voor steil haar

DNA-VERWANTSCHAPSTEST

Met een DNA-verwantschapstest worden genenparen die vaak ongelijk zijn onderzocht. Bij elk mens is de ene helft van de genen van alle genenparen afkomstig van de moeder. De andere helft is afkomstig van de vader. Als het genenpaar ongelijk is, kun je goed zien welk gen afkomstig is van de moeder en welk gen van de vader afkomstig moet zijn. Dat is handig als je bijvoorbeeld wilt weten of iemand de vader is van een kind (zie afbeelding 16).

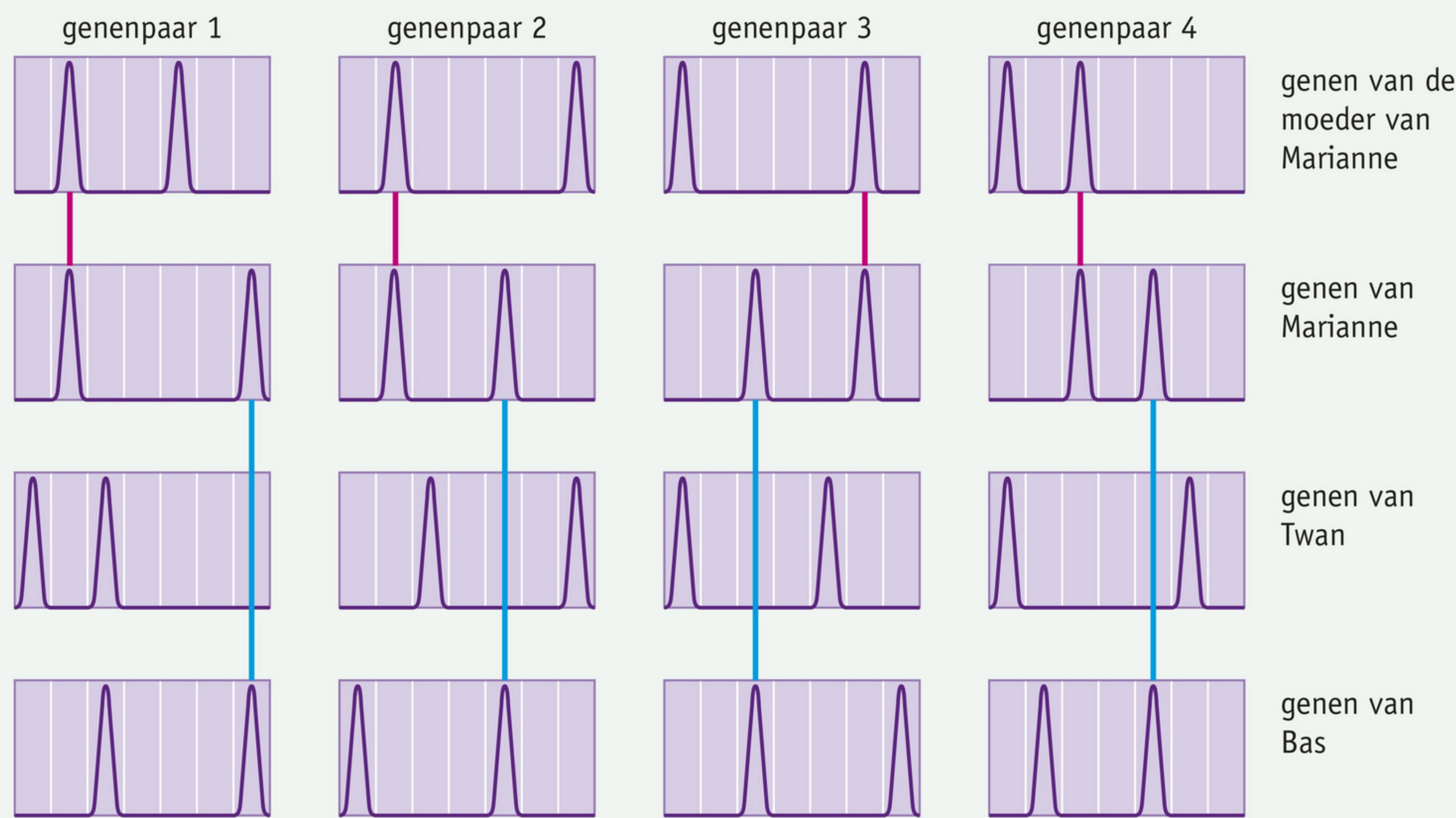
WB OPDRACHT 10 BLZ. 14

▼ Afb. 16

DNA-verwantschapstest

Met een DNA-verwantschapstest kun je bijvoorbeeld onderzoeken of een man de vader is van een kind. De vader moet dan voor de helft dezelfde genen hebben als het kind. In de afbeelding zie je zo'n test. Het kind (Marianne) wil twee mogelijke vaders onderzoeken (Twan en Bas). In de test worden vier genenparen onderzocht. Je ziet bij Marianne dat telkens de helft van haar genen uit een genenpaar hetzelfde is als die van haar moeder.

De andere helft van de genenparen moet dan hetzelfde zijn als die van haar vader. Maar je ziet bij Twan dat dit niet zo is. Twan is dus niet de vader van Marianne. Bij Bas zie je dat wel. Bij alle vier de genenparen van Marianne is de helft hetzelfde als bij Bas. Deze genen moeten dan van Bas afkomstig zijn. Bas is dus vrijwel zeker de vader van Marianne.

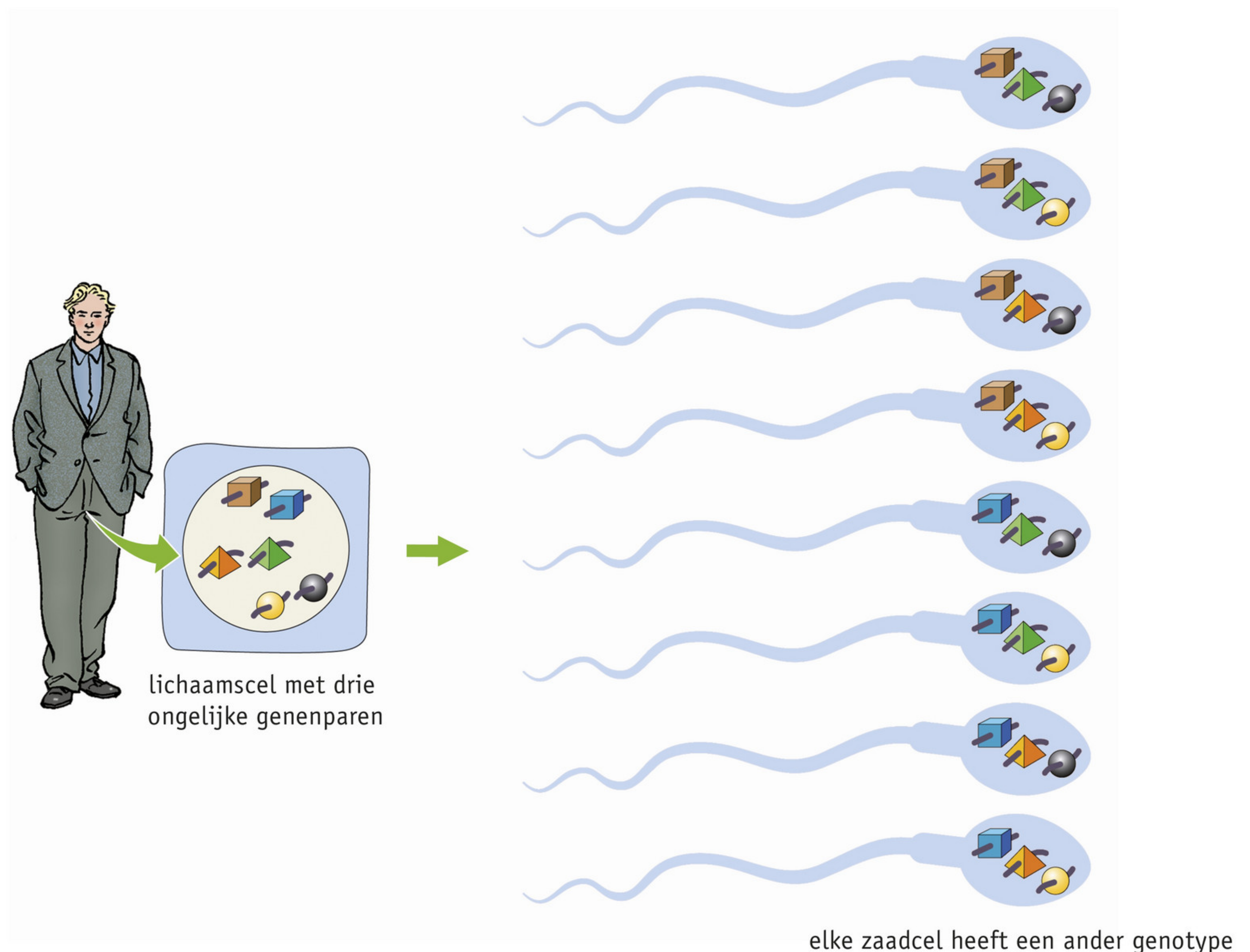


GESLACHTELIJKE VOORTPLANTING

Je hebt geleerd dat in een lichaamscel genenparen voorkomen en in een geslachtscel enkelvoudige genen. Een geslachtscel bevat van elk genenpaar slechts één gen. Dit geldt ook voor de genenparen die bestaan uit twee ongelijke genen. Welk van beide genen in een geslachtscel terechtkomt, is afhankelijk van het toeval.

In afbeelding 17 is schematisch weergegeven hoe uit een lichaamscel geslachtscellen ontstaan. Dat gebeurt door een speciaal type celdeling. In afbeelding 17 zijn van de vader drie chromosomenparen getekend. In elk chromosomenpaar is een genenpaar getekend dat bestaat uit twee ongelijke genen. Van deze genenparen komt telkens één gen in een zaadcel terecht. Je ziet dat er veel verschillende mogelijkheden zijn. Bij de zaadcellen komen dan ook veel verschillende genotypen voor. Ook bij de eicellen die een vrouw maakt, komen veel verschillende genotypen voor.

▼ **Afb. 17** Bij de vorming van geslachtscellen ontstaat variatie in genotypen.



Als een nieuw organisme ontstaat door het versmelten van twee geslachtscellen, is sprake van **geslachtelijke voortplanting**. Welk genotype de geslachtscellen hebben, is afhankelijk van het toeval. Er zijn veel verschillende mogelijkheden. Hierdoor zullen de nakomelingen telkens een andere combinatie van genen hebben. Er ontstaan dan ook veel verschillende genotypen bij de nakomelingen. Bij geslachtelijke voortplanting ontstaat zo veel **variatie in de genotypen** bij de nakomelingen. Daardoor verschillen de fenotypen ook (zie afbeelding 18). Bij geslachtelijke voortplanting hebben de nakomelingen andere genotypen dan de ouders.

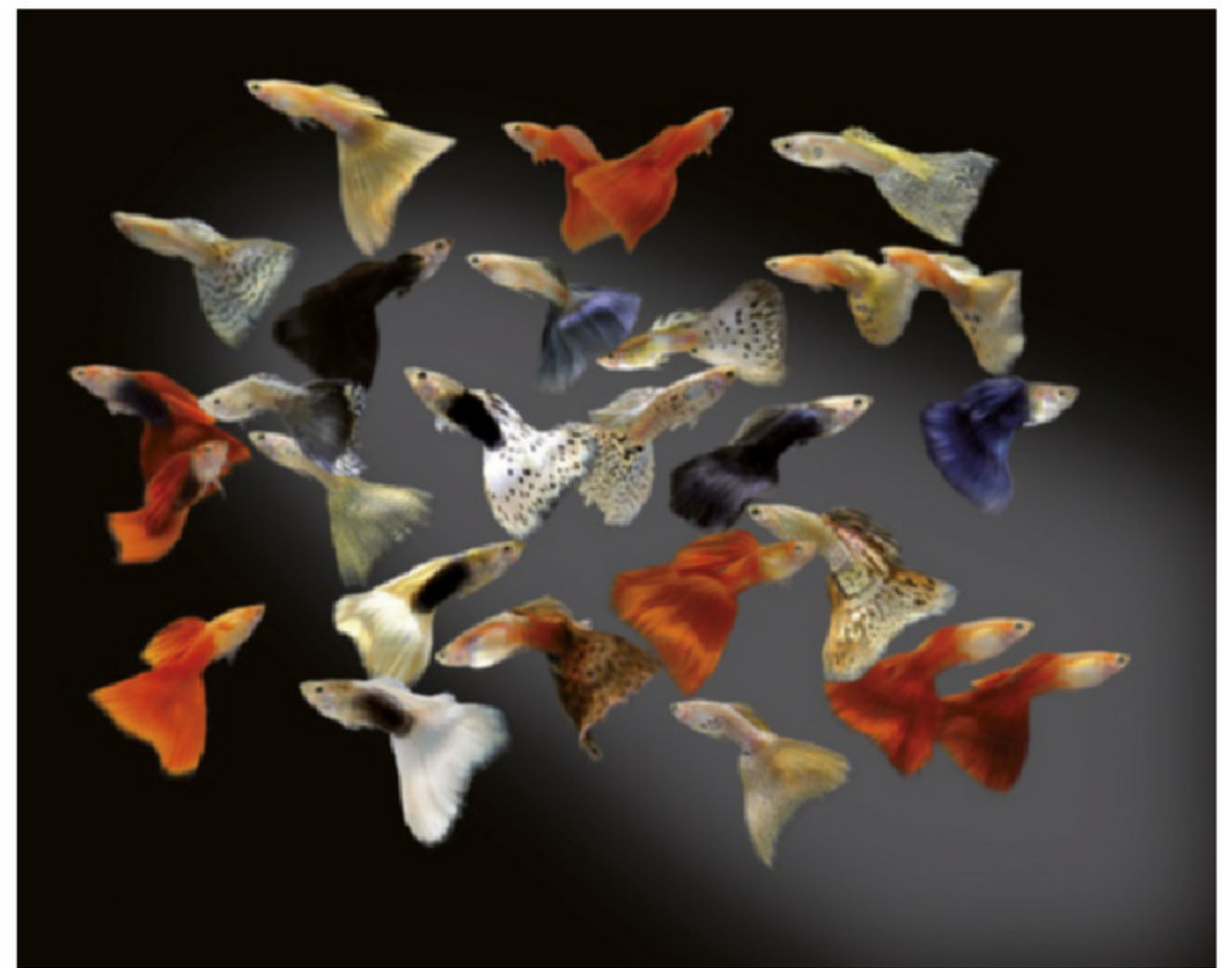
▼ **Afb. 18** Bij geslachtelijke voortplanting ontstaat variatie in genotypen en fenotypen.



1 bij de mens



2 bij het veelkleurig Aziatisch lieveheersbeestje



3 bij guppy's

Sommige planten kunnen zich ook **ongeslachtelijk voortplanten**. Bijvoorbeeld door bollen. Er versmelten dan geen geslachtscellen. Ook bacteriën en sommige schimmels kunnen zich ongeslachtelijk voortplanten. Bij ongeslachtelijke voortplanting is het genotype van de nakomelingen gelijk aan dat van de ouder (zie afbeelding 19).

WB OPDRACHT 11 EN 12 BLZ. 15

► **Afb. 19** Ongeslachtelijke voortplanting door bollen.



de genotypen van de nakomelingen zijn gelijk, de fenotypen verschillen weinig

MUTATIES

Chromosomen bevatten de informatie voor je erfelijke eigenschappen. Maar een chromosoom kan beschadigd raken, bijvoorbeeld bij de celdeling. De informatie voor een of meer erfelijke eigenschappen is dan veranderd. Zo'n plotselinge verandering van het genotype heet een **mutatie**. Bij een mutatie zijn een of meer genen **gemuteerd** (veranderd).

Een organisme waarbij een mutatie te zien is in het fenotype noemen we een **mutant**. Een voorbeeld van een mutant is een **albino**. Bij een albino is het lichaam niet in staat pigment te vormen, waardoor de kleur van de huid erg licht is. Albino's kunnen zowel bij mensen als bij dieren voorkomen (zie afbeelding 20).

► **Afb. 20** Albinisme.



Mutaties kunnen onschadelijk zijn, maar er zijn ook veel mutaties met schadelijke gevolgen. Heel zelden veroorzaakt een mutatie een voordeel. Als een mutatie voordelig (of onschadelijk) is, wordt deze mutatie vaak doorgegeven aan de nakomelingen. Door mutaties ontstaan dan ook nieuwe genotypen bij de nakomelingen. Daardoor ontstaat ook meer variatie in genotypen bij de nakomelingen.
Door mutaties en geslachtelijke voortplanting ontstaat variatie in genotypen.

MUTAGENE INVLOEDEN

Door bepaalde straling (bijvoorbeeld radioactieve straling, röntgenstraling of ultraviolette straling) ontstaan vaker mutaties in je lichaam. Ook als je in aanraking komt met bepaalde chemische stoffen (bijvoorbeeld stoffen in sigarettenrook of asbest) ontstaan vaker mutaties. Deze invloeden worden **mutageen** genoemd (zie afbeelding 21).

WB OPDRACHT 13 BLZ. 15

► Afb. 21 Mutagene invloeden.



KANKER

De snelheid waarmee celdelingen plaatsvinden in verschillende lichaamsdelen wordt nauwkeurig geregeld. Maar soms kunnen cellen zich snel en ongeremd gaan delen. Er ontstaat dan een **gezwel (tumor)**. Sommige gezwellen groeien langzaam en verstoren de bouw van de weefsels niet. Deze gezwellen worden **goedaardig** genoemd. Als ze te groot worden, kunnen ze operatief worden verwijderd. De patiënt is daarna genezen.

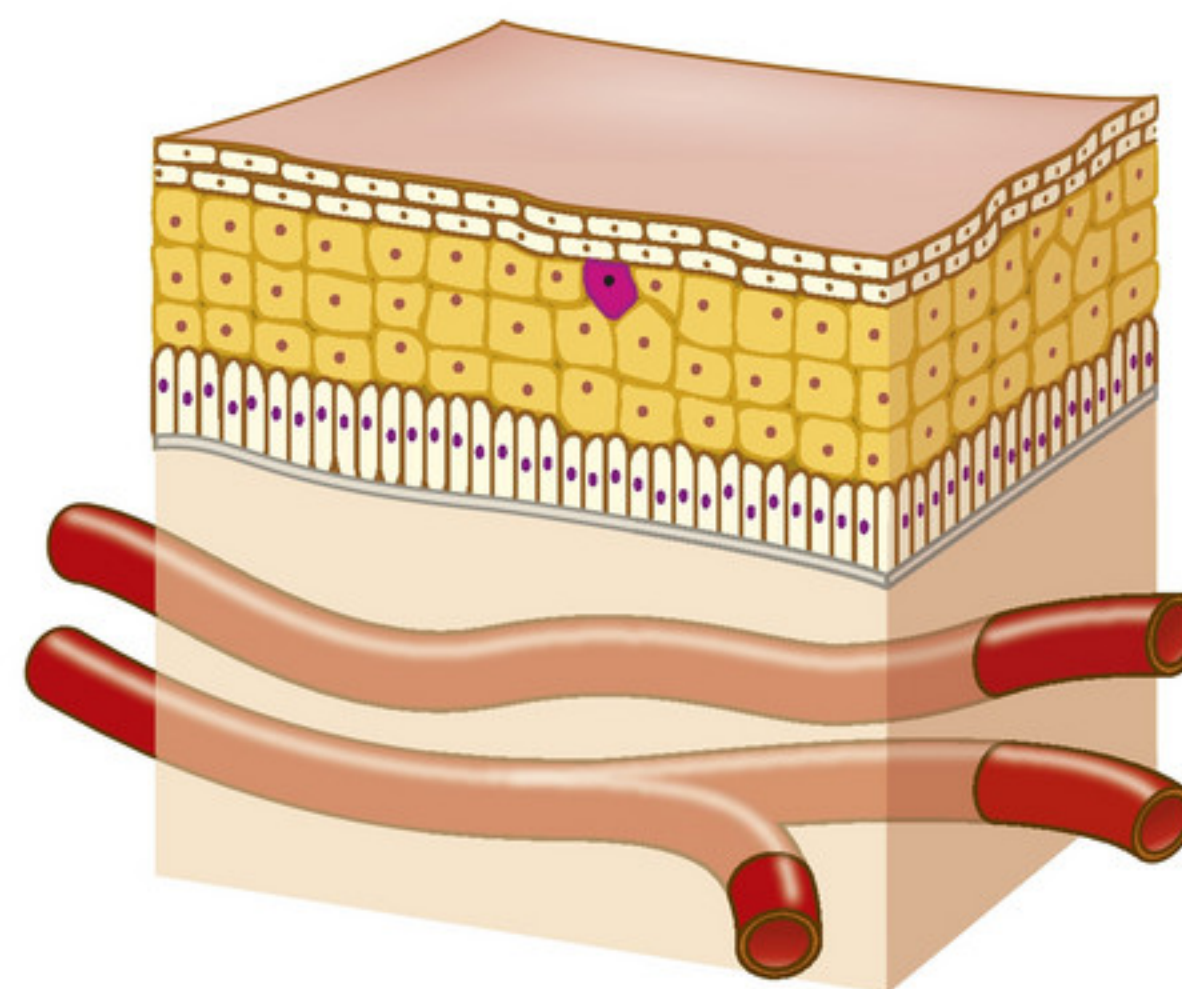
Bij **kanker** ontstaat ergens in het lichaam een **kwaadaardig** gezwel. Kanker wordt veroorzaakt door bepaalde mutaties in genen die de celdeling regelen. Deze mutaties hebben tot gevolg dat de cel zich ongeremd gaat delen. Een kwaadaardig gezwel groeit veel sneller dan een goedaardig gezwel. Bovendien wordt de bouw van de weefsels verstoord (zie afbeelding 22).

Kanker begint met één gezwel. Dit eerste gezwel is meestal niet dodelijk. De meeste kankerpatiënten sterven aan **uitzaaiing (metastase)**. Cellen van het eerste gezwel zijn dan terechtgekomen in het bloed of in de lymfe (zie afbeelding 22.4). Deze cellen komen via het bloed in andere lichaamsdelen terecht. Er kunnen dan overal in het lichaam nieuwe gezwellen ontstaan. Genezing wordt dan heel moeilijk. Naar de oorzaken van kanker wordt veel onderzoek gedaan (zie afbeelding 23).

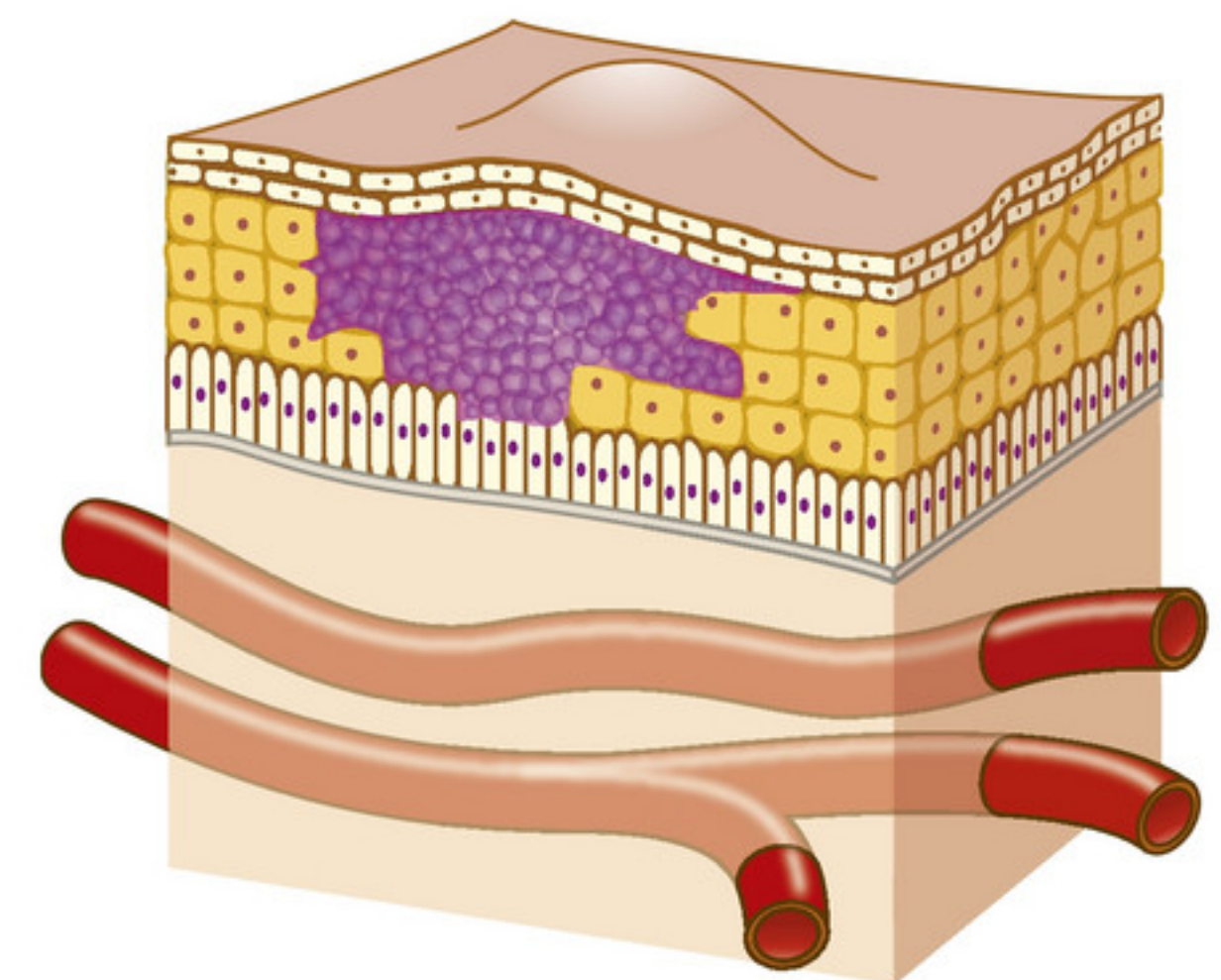
Mutagene invloeden kunnen ook kankerverwekkend zijn. Langdurige blootstelling aan de ultraviolette straling in zonlicht bijvoorbeeld vergroot de kans op huidkanker. Stoffen in sigarettenrook vergroten de kans op longkanker.

WB OPDRACHT 14 T/M 16 BLZ. 16

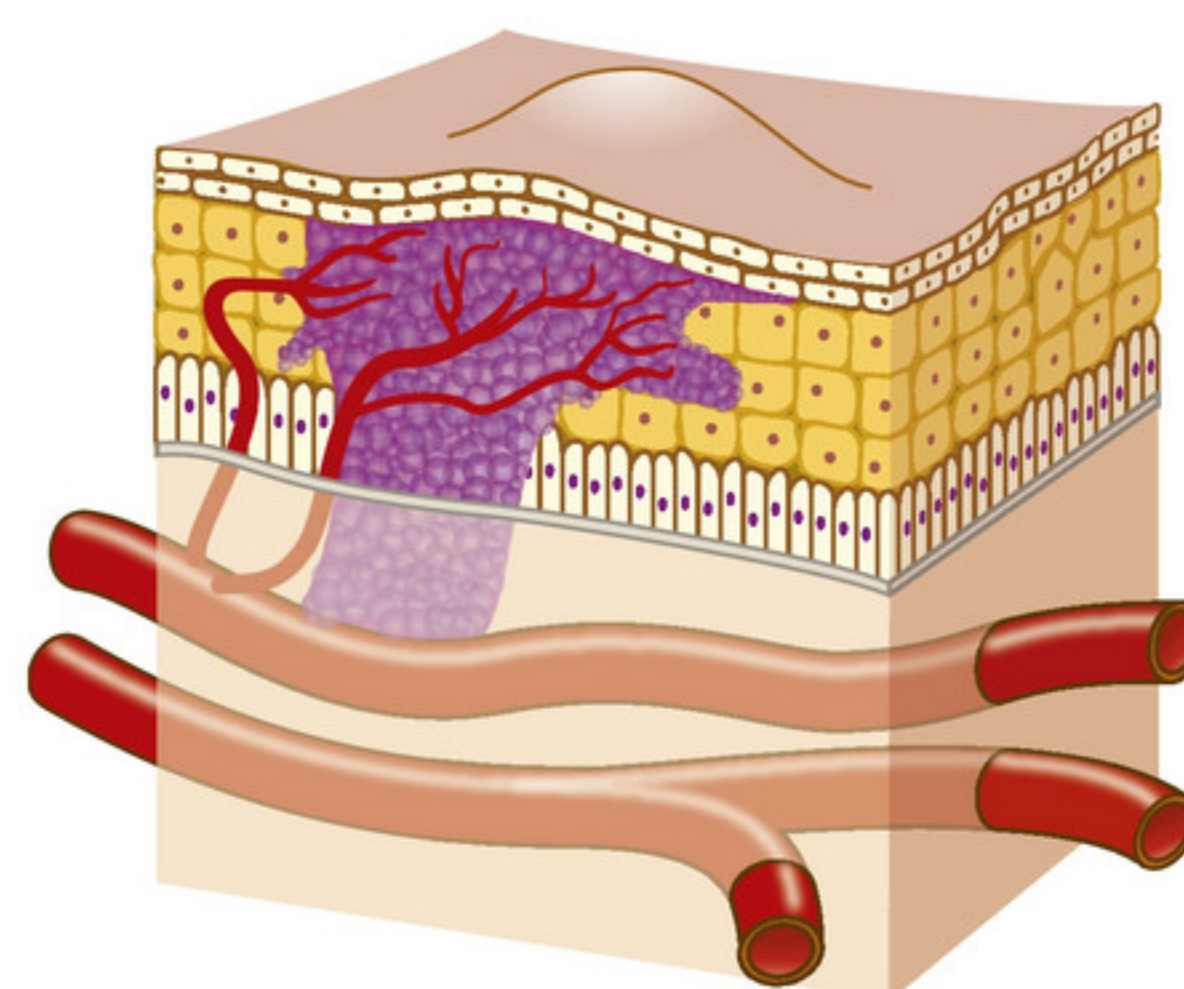
► **Afb. 22** Zo ontstaat kanker (schematisch).



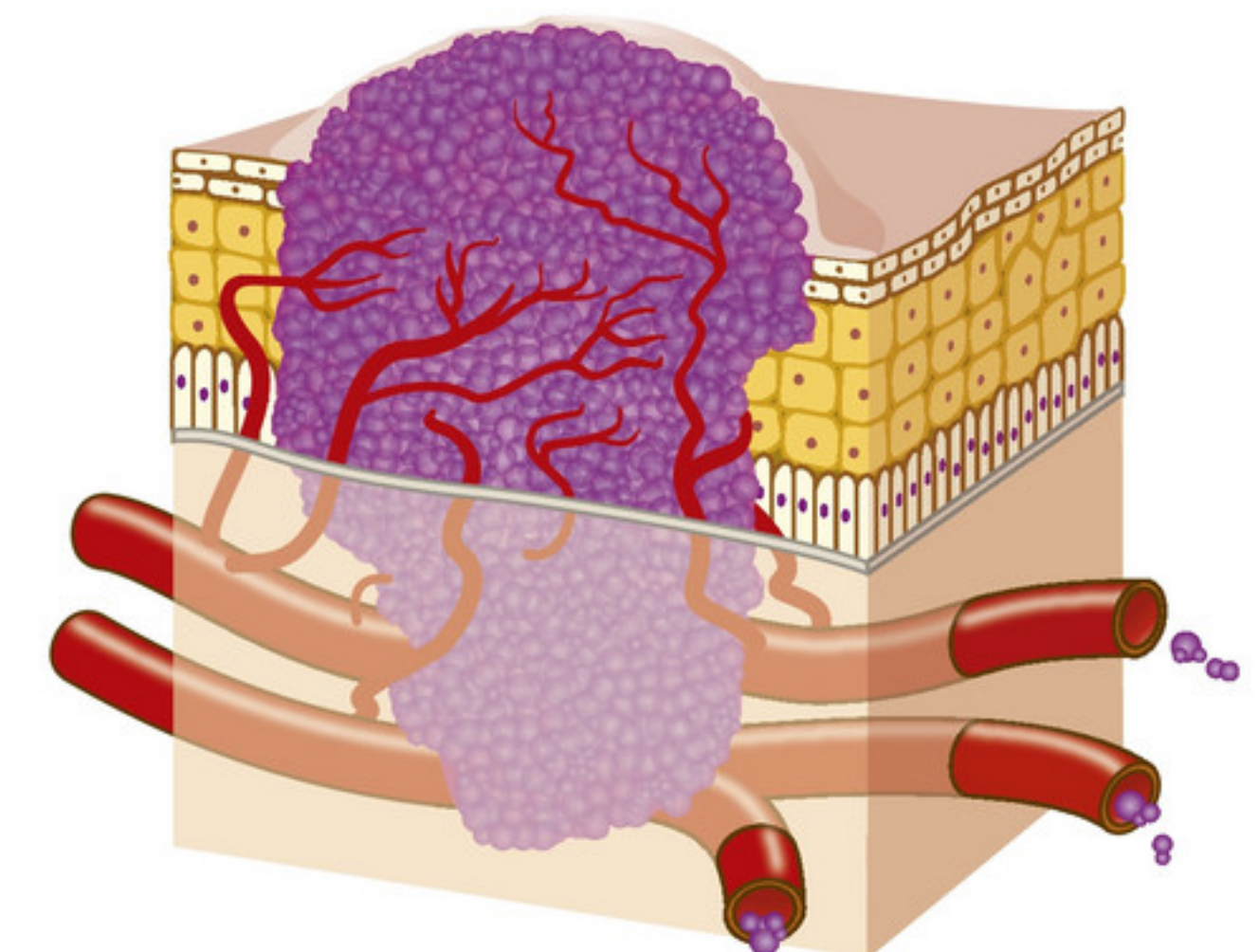
1 bij één cel zijn mutaties opgetreden, waardoor de cel een kankercel wordt



2 de kankercel deelt zich ongeremd



3 er is een kankergezwel ontstaan, waarbij de bouw van de weefsels is verstoord



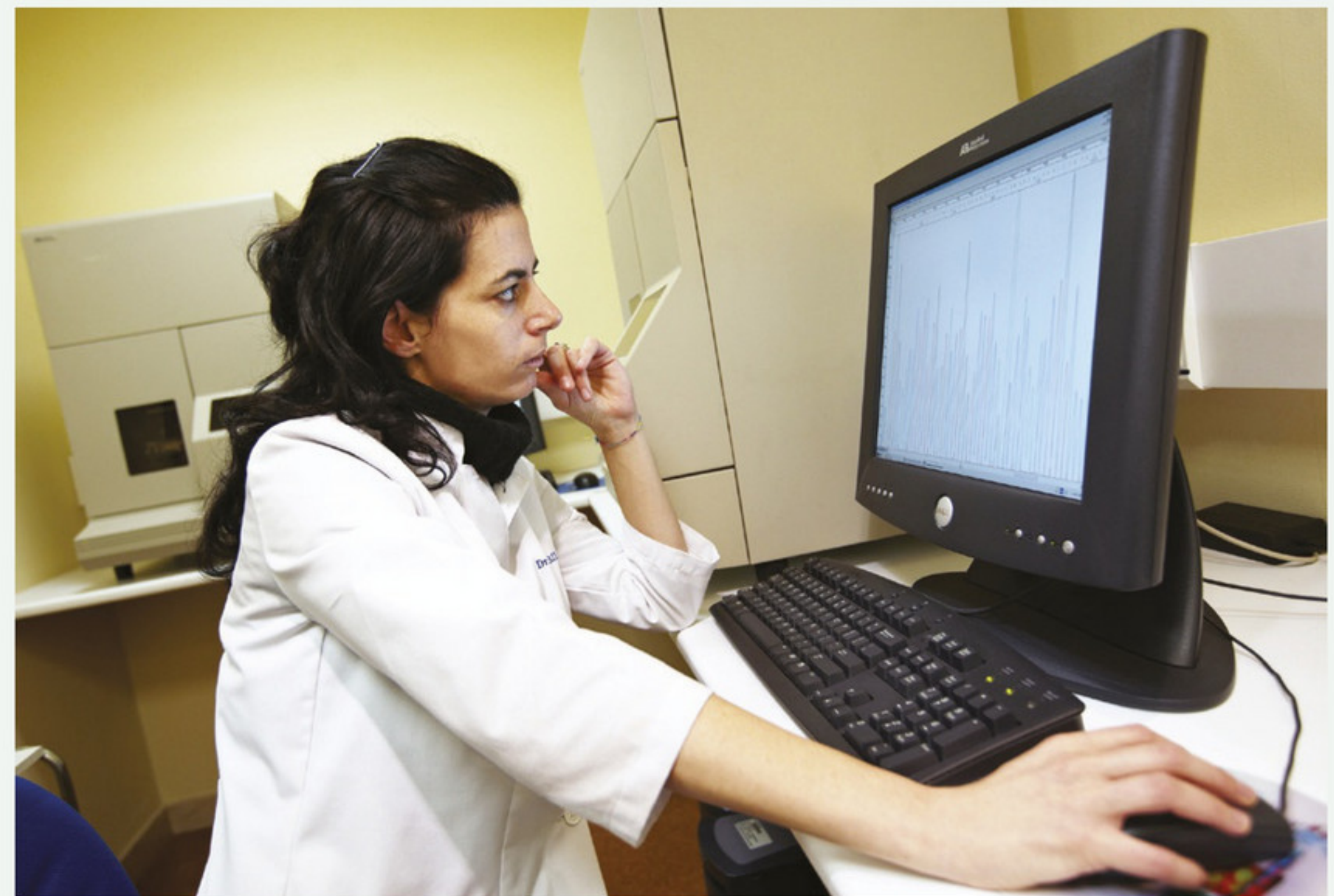
4 er vindt uitzaaiing plaats: cellen van het gezwel komen in het bloed of in de lymfe terecht

▼ Afb. 23

Bio-informaticus

‘Hallo, ik ben Lieke. Ik werk als bio-informaticus aan kankeronderzoek. Er zijn veel genen die een rol spelen bij kanker. Er zijn ook steeds meer verschillende behandelingen tegen kanker. Ik probeer uit te zoeken welke behandeling het best past bij een bepaalde mutatie in een bepaald gen. Je kunt genen met letters voorstellen, bijvoorbeeld met A en met B. Uit onderzoek blijkt dat bij een bepaalde mutatie in gen A een behandeling bij 80% van de patiënten goed aanslaat. Dezelfde behandeling blijkt bij een mutatie in gen B maar bij 6% van de patiënten aan te slaan. Tot voor kort kregen kankerpatiënten vaak chemotherapie. Daarbij wordt de celdeling van alle sneldelevende cellen geremd. Niet alleen van kankercellen, maar ook van gezonde sneldelevende cellen. De sneldelevende cellen in bijvoorbeeld de haarzakjes van je hoofdhaar worden dan ook aangepakt

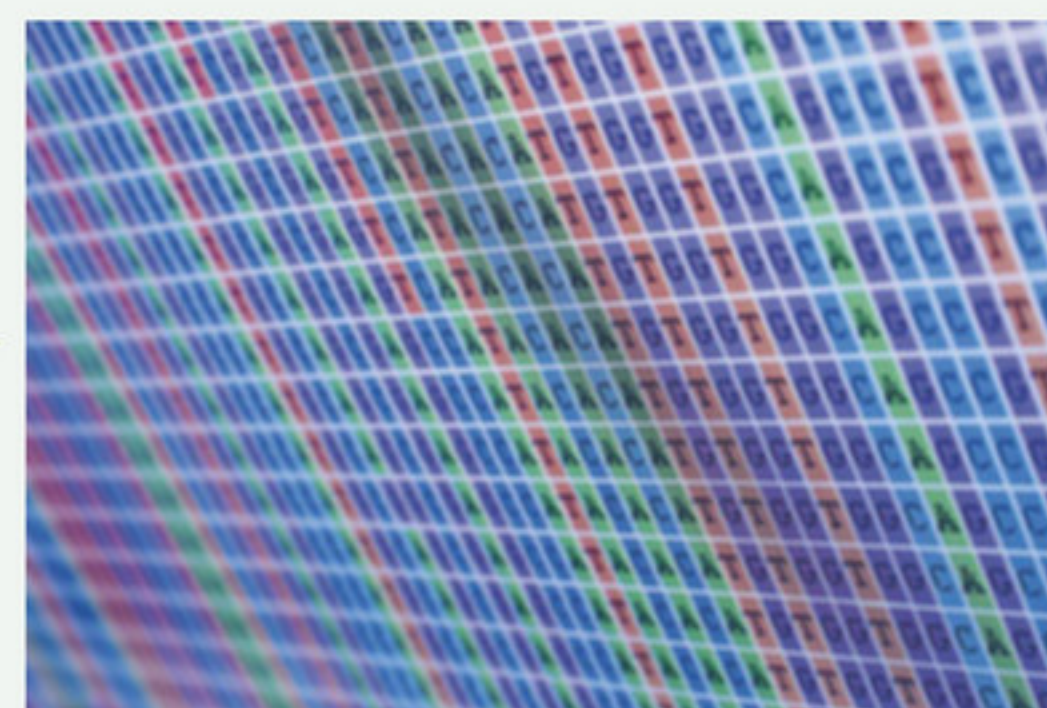
door de chemotherapie. Daardoor word je kaal. Bij doelgerichte kankertherapie zijn deze bijwerkingen er veel minder (zie de afbeelding).’



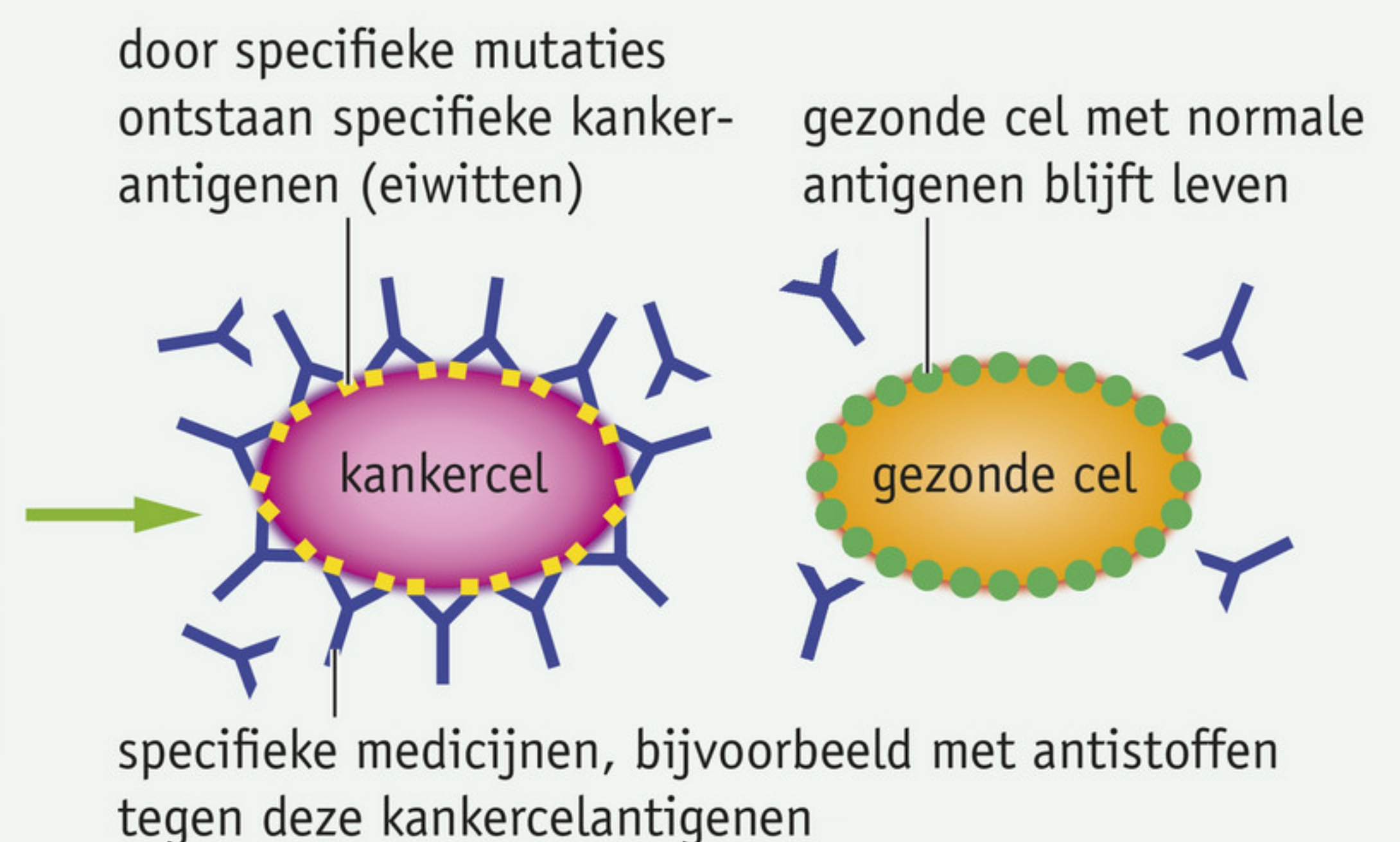
doelgerichte kankertherapie



1 afnemen van gezond weefsel en kankerweefsel en dan van beide weefsels het DNA in kaart brengen en met elkaar vergelijken



2 bepalen van mutaties in het DNA van kankerweefsel → welke behandeling past het best bij deze mutaties?



3 specifieke medicijnen pakken alleen kankercellen aan: minder bijwerkingen ten opzichte van chemotherapie en de overlevingskans neemt toe

4 De evolutietheorie

Er leven miljoenen soorten organismen op aarde. Deze vormen van leven kunnen er erg verschillend uitzien (zie afbeelding 24). Biologen zijn ervan overtuigd dat de levensvormen op aarde in de loop van zeer lange tijd zijn ontstaan en veranderd. De ontwikkeling van het leven op aarde, waarbij soorten ontstaan, veranderen en/of verdwijnen, wordt **evolutie** genoemd.

▼ **Afb. 24** Vormen van leven kunnen onderling erg verschillen.



1 dwergpapegaai



2 zwarte truffel



3 luipaard



4 gordeldier

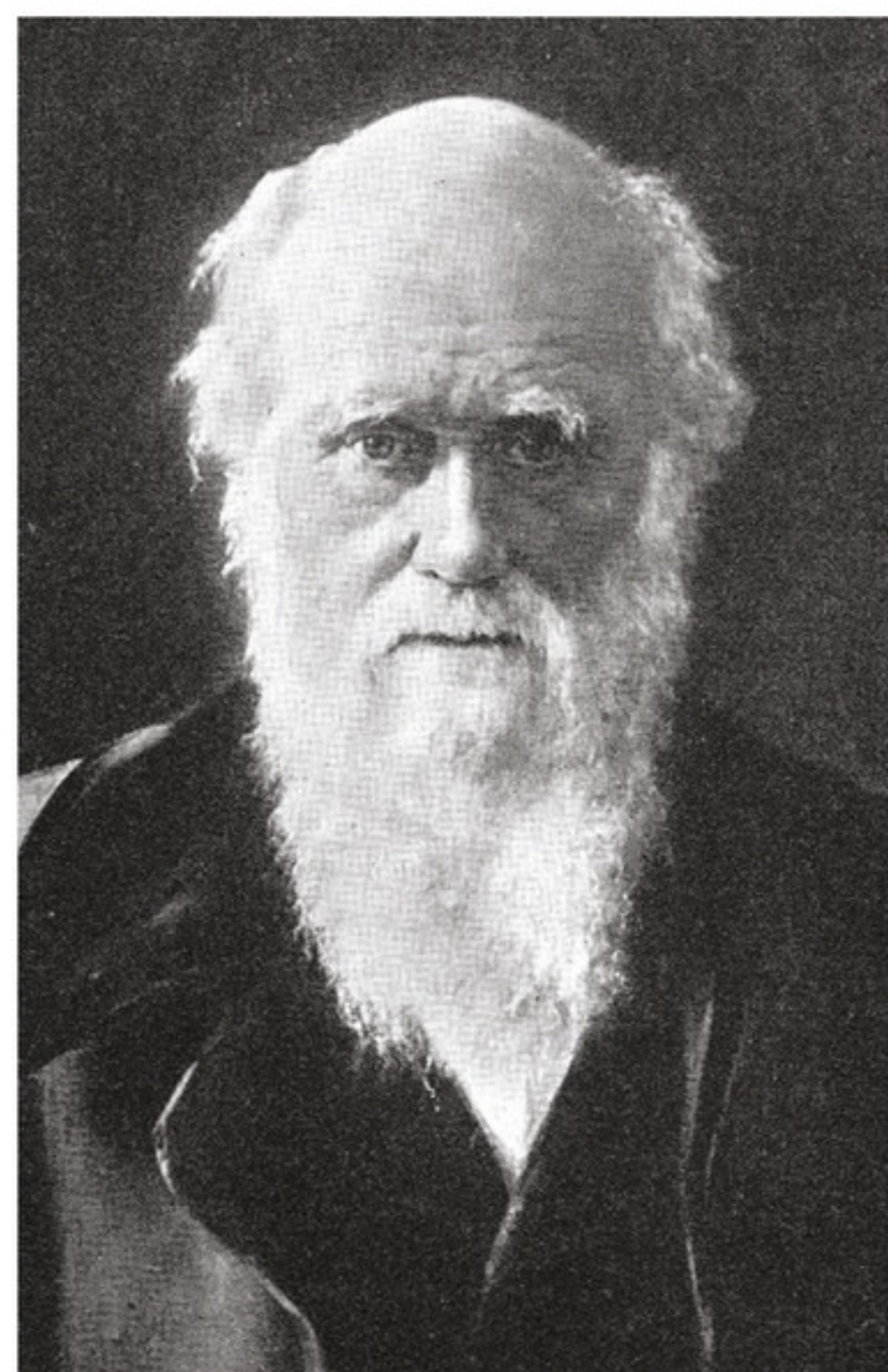


5 paradijsvogelbloem



6 melkslang

▼ **Afb. 25**



Charles Darwin (1809–1882)

De **evolutietheorie** is vanaf de achttiende eeuw ontwikkeld. Deze theorie is niet te bewijzen. Maar er zijn wel veel feiten die deze theorie erg aannemelijk maken. Deze feiten vormen **argumenten** voor de evolutietheorie. In basisstof 5 en in extra basisstof 9 leer je de belangrijkste argumenten kennen. De evolutietheorie is vooral ontwikkeld door de Engelse onderzoeker Charles Darwin (zie afbeelding 25). De evolutietheorie gaat uit van variatie in genotypen, natuurlijke selectie en het ontstaan van nieuwe soorten.

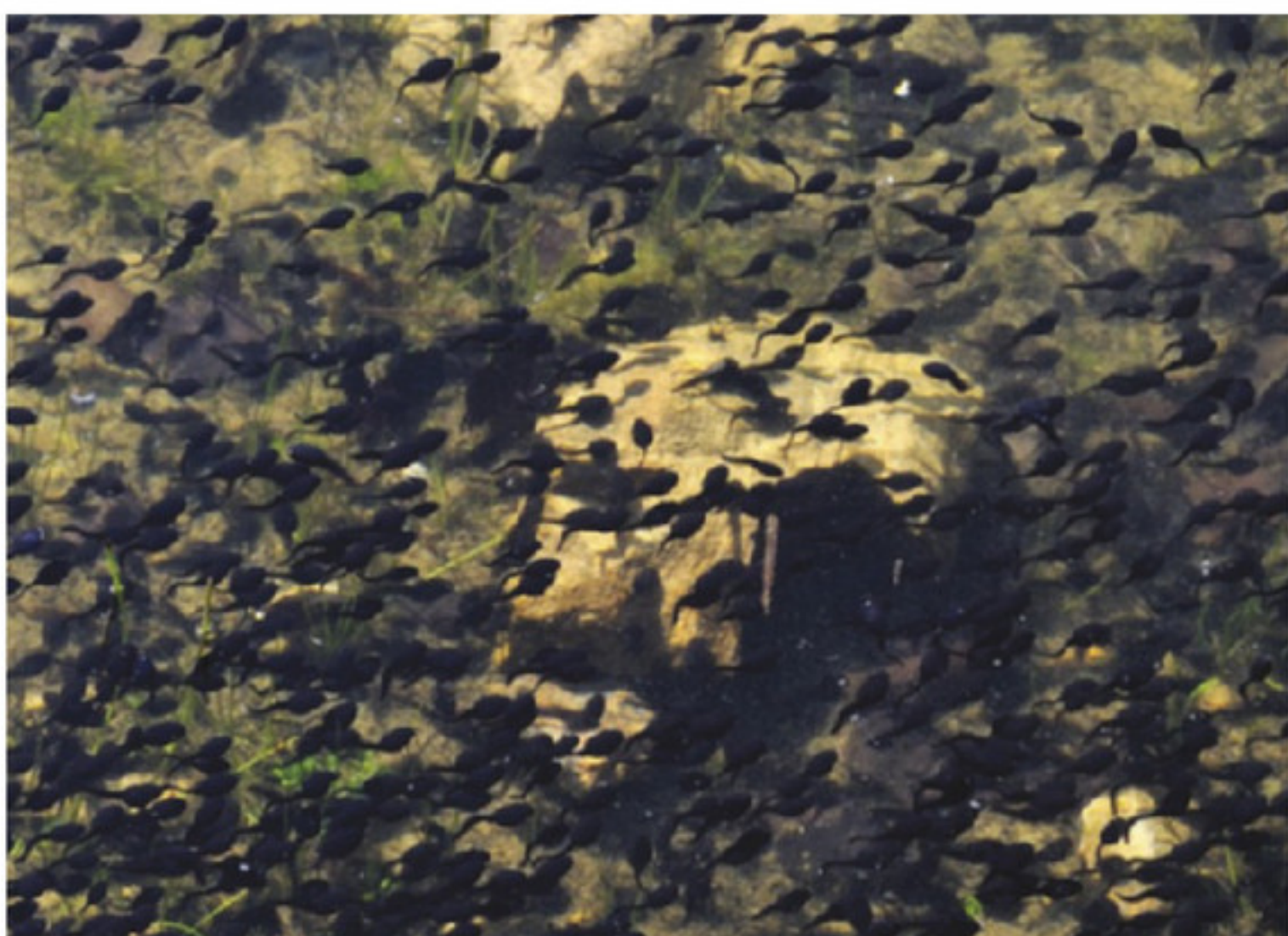
VARIATIE IN GENOTYPEN

De meeste planten en dieren planten zich geslachtelijk voort. Je hebt geleerd dat door geslachtelijke voortplanting en mutaties organismen met nieuwe genotypen ontstaan. Als er bij geslachtelijke voortplanting nieuwe genotypen ontstaan, kunnen hierdoor ook nieuwe fenotypen worden veroorzaakt. In afbeelding 18 heb dit al gezien. In afbeelding 26 zie je allerlei fenotypen bij de mens.

► **Afb. 26** Variatie in fenotypen bij de mens.



▼ **Afb. 27** Natuurlijke selectie.



1 bij nakomelingen van een kikker



2 bij nakomelingen van een beuk

NATUURLIJKE SELECTIE

Organismen krijgen meestal veel nakomelingen. Een vrouwtjeskikker bijvoorbeeld kan in één voorjaar wel drieduizend eieren in een vijver leggen. De vijver bevat slechts voedsel voor enkele kikkers. De kikkers uit deze eieren kunnen dan ook niet allemaal in leven blijven. Er treedt een strenge selectie op, waardoor maar enkele nakomelingen volwassen worden en op hun beurt nakomelingen krijgen.

Niet alle kikkers hebben een even grote **overlevingskans**. Kikkers met een zwakke gezondheid of met een opvallende kleur vallen snel ten prooi aan roofdieren. Deze kikkers leven maar kort en hebben weinig kans om nakomelingen te krijgen. Kikkers die gezond en sterk zijn en een goede schutkleur hebben, hebben de grootste kans in leven te blijven en nakomelingen te krijgen. Darwin noemde dit verschijnsel **natuurlijke selectie**.

Een dier kan goed of slecht aangepast zijn aan het milieu. Dit wordt vooral bepaald door het genotype. Een dier dat goed is aangepast aan het milieu, heeft een grote overlevingskans. Van dit dier zullen veel nakomelingen in leven blijven. Deze nakomelingen zullen zich voortplanten. Het gunstige genotype wordt zo doorgegeven van ouders naar nakomelingen.

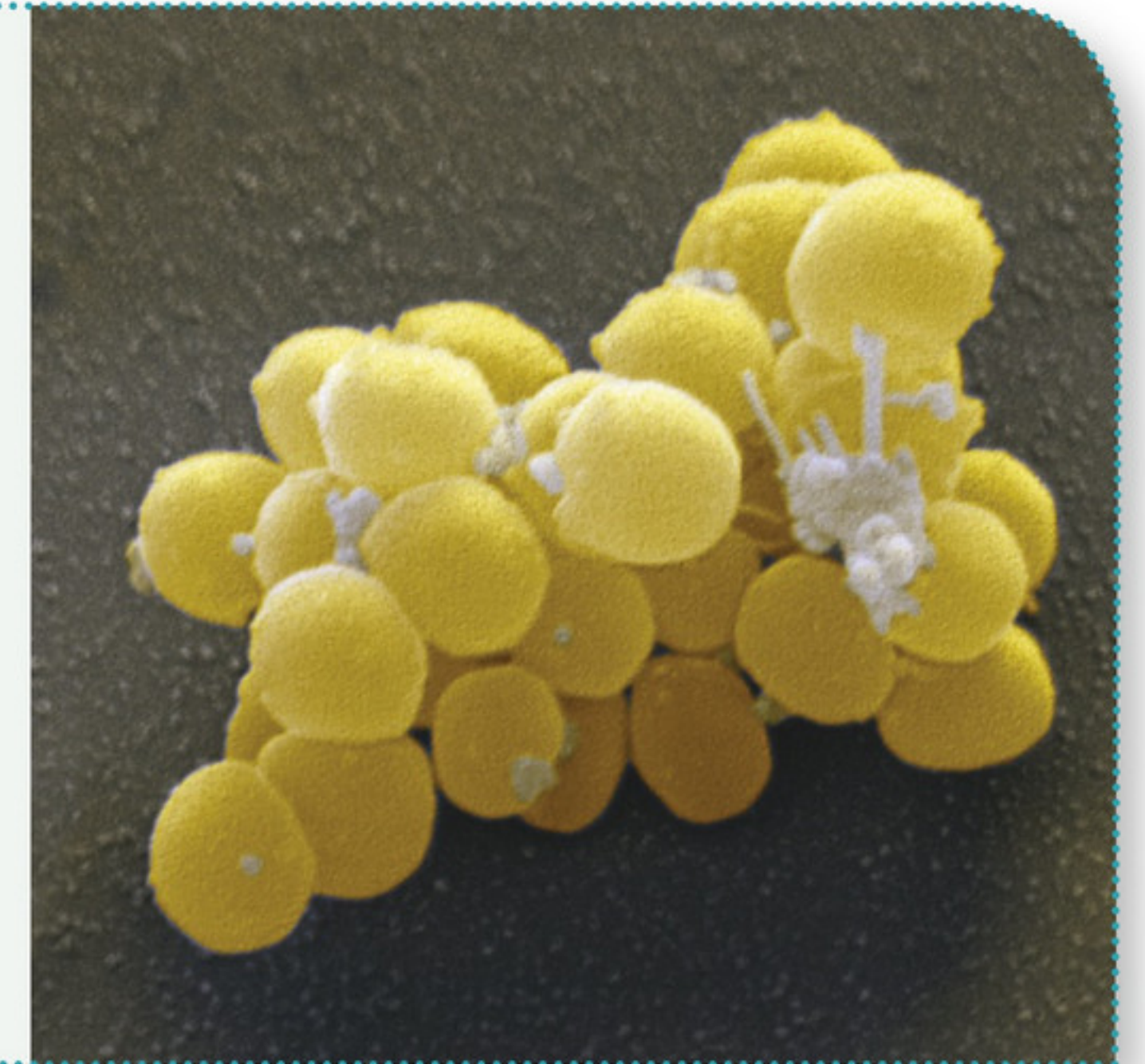
Een dier dat slecht is aangepast aan het milieu krijgt weinig of geen nakomelingen. Het ongunstige genotype wordt zo vrijwel niet doorgegeven aan de nakomelingen. Dit geldt niet alleen voor dieren, maar voor alle organismen. Deze selectie leidt ertoe dat soorten voortdurend veranderen. In afbeelding 28 en 29 zie je voorbeelden van veranderingen in genotype bij bacteriën en bij mensen.

▼ Afb. 28

Natuurlijke selectie in ziekenhuizen

Sinds ongeveer 1940 worden antibiotica gebruikt om bacteriën te doden. Vooral in ziekenhuizen worden veel antibiotica gebruikt. Maar bacteriën van de soort *Staphylococcus aureus* zijn ongevoelig geworden voor antibiotica. Ze bezitten een speciaal gen waardoor ze in staat

zijn antibiotica af te breken. Daardoor zijn deze bacteriën moeilijk te bestrijden. Ze worden MRSA-bacteriën genoemd. Besmetting met de MRSA-bacterie komt vooral in ziekenhuizen voor. De bacterie wordt daarom ook wel ziekenhuisbacterie genoemd.



▼ Afb. 29

Tibetanen

Europese toeristen die in het hooggelegen Tibet een bergtocht maken, merken al snel dat hun Tibetaanse reisgids met gemak urenlang klimt, terwijl zij zelf na een paar honderd meter al vermoeid raken.

Een verklaring hiervoor is dat de lucht op grote hoogte dunner wordt en veel minder zuurstof bevat dan op zeeniveau. Uit onderzoek blijkt ook dat bij 87% van de Tibetanen een gen voorkomt waardoor hun longen gemiddeld meer zuurstof kunnen opnemen dan die van laaglandbewoners. Ruim 4000 jaar geleden trok een groep Han-Chinezen vanuit het laagland naar de Tibetaanse hoogvlakte. Bij de Han-Chinezen in het aangrenzende laagland komt dit gen bij slechts 9% voor.



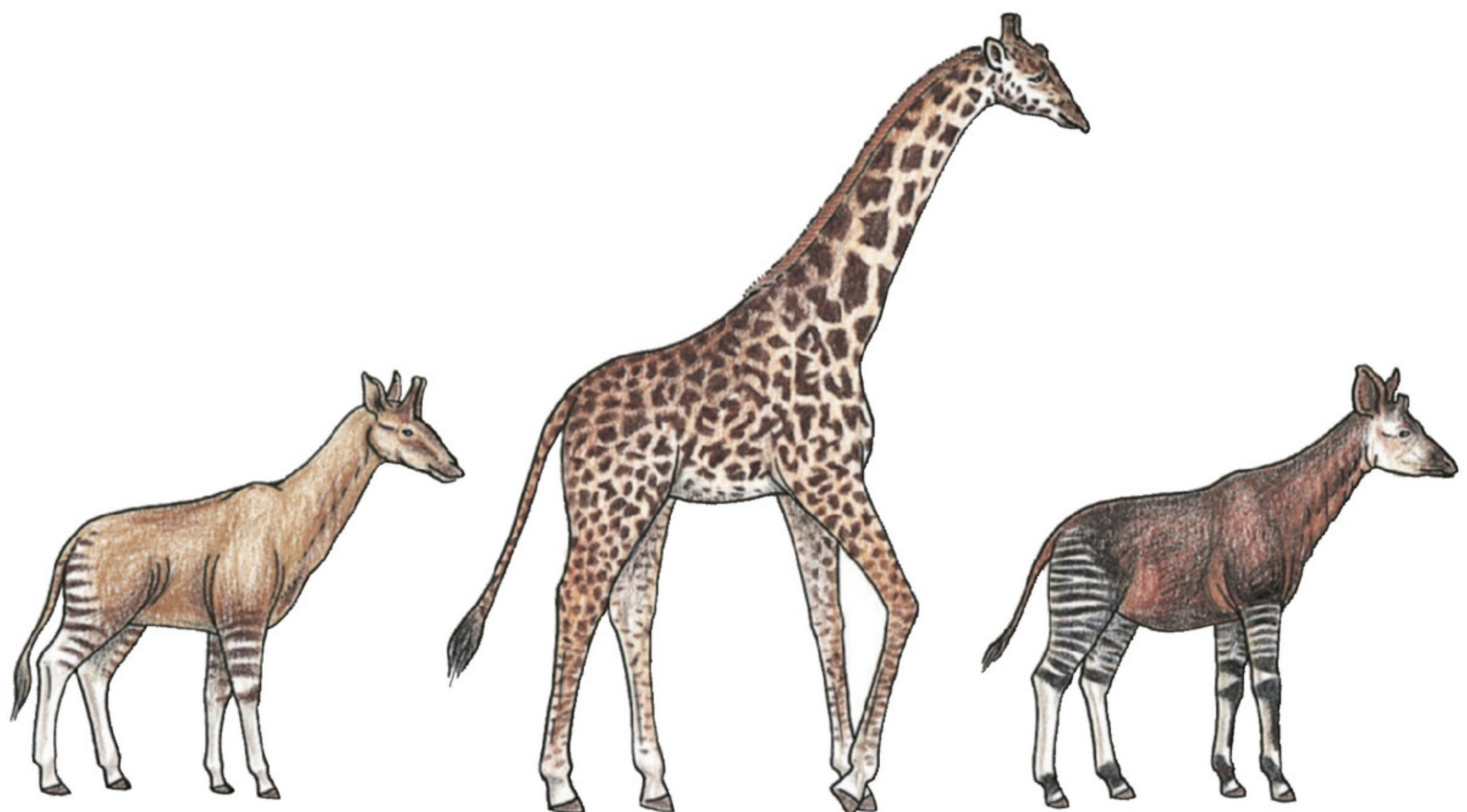
Een ander voorbeeld van natuurlijke selectie zijn giraffen. De voorouders van giraffen waren ongeveer zo groot als zebra's. Sommige giraffen hadden door een gunstig genotype een iets langere nek dan andere dieren. Deze giraffen konden aan meer bomen van de bladeren eten (zie afbeelding 30). Daardoor hadden ze een grotere overlevingskans en kregen ze meer nakomelingen. Ze gaven het gunstige genotype door aan hun nakomelingen. Telkens kregen de giraffen met de langste nek de meeste nakomelingen. Daardoor zouden de huidige giraffen met lange nek zijn ontstaan (zie afbeelding 31). Als een bepaald genotype zorgt voor een grotere overlevingskans of een grotere kans op voortplanting zal dit genotype worden doorgegeven aan de nakomelingen. Na verloop van tijd zullen steeds meer dieren dit genotype hebben (zie afbeelding 32).

WB OPDRACHT 17 EN 18 BLZ. 18

► Afb. 30



► Afb. 31 De evolutie van giraffen.



1 uitgestorven voorouder van de giraffe

2 giraffe

3 okapi, de enige huidige verwant van de giraffe

▼ Afb. 32

Tasmaanse duivel plant zich sneller voort door ziekte



De Tasmaanse duivel is een buideldier dat leeft op het Australische eiland Tasmanië. Sinds twaalf jaar heerst daar een dodelijke besmettelijke ziekte. Op sommige plaatsen is al 90% van de dieren aan deze ziekte gestorven. De Tasmaanse duivel dreigt daardoor op termijn uit te sterven.

Maar voorlopig lijkt het dier zich toch te redden. Een klein deel van de dieren bezit genen waardoor ze zich al in het eerste levensjaar kunnen voortplanten. Daardoor hebben deze dieren een grotere kans op voortplanting: ze krijgen al jongen voordat ze doodgaan aan de ziekte. Op sommige plaatsen plant inmiddels al 60% van de dieren zich in het eerste jaar voort.



Tasmaanse duivels
vóór de uitbraak
van de
besmettelijke ziekte



Tasmaanse duivels
na de uitbraak
van de
besmettelijke ziekte

Legenda:



gen voor langzame voortplanting



gen voor snelle voortplanting

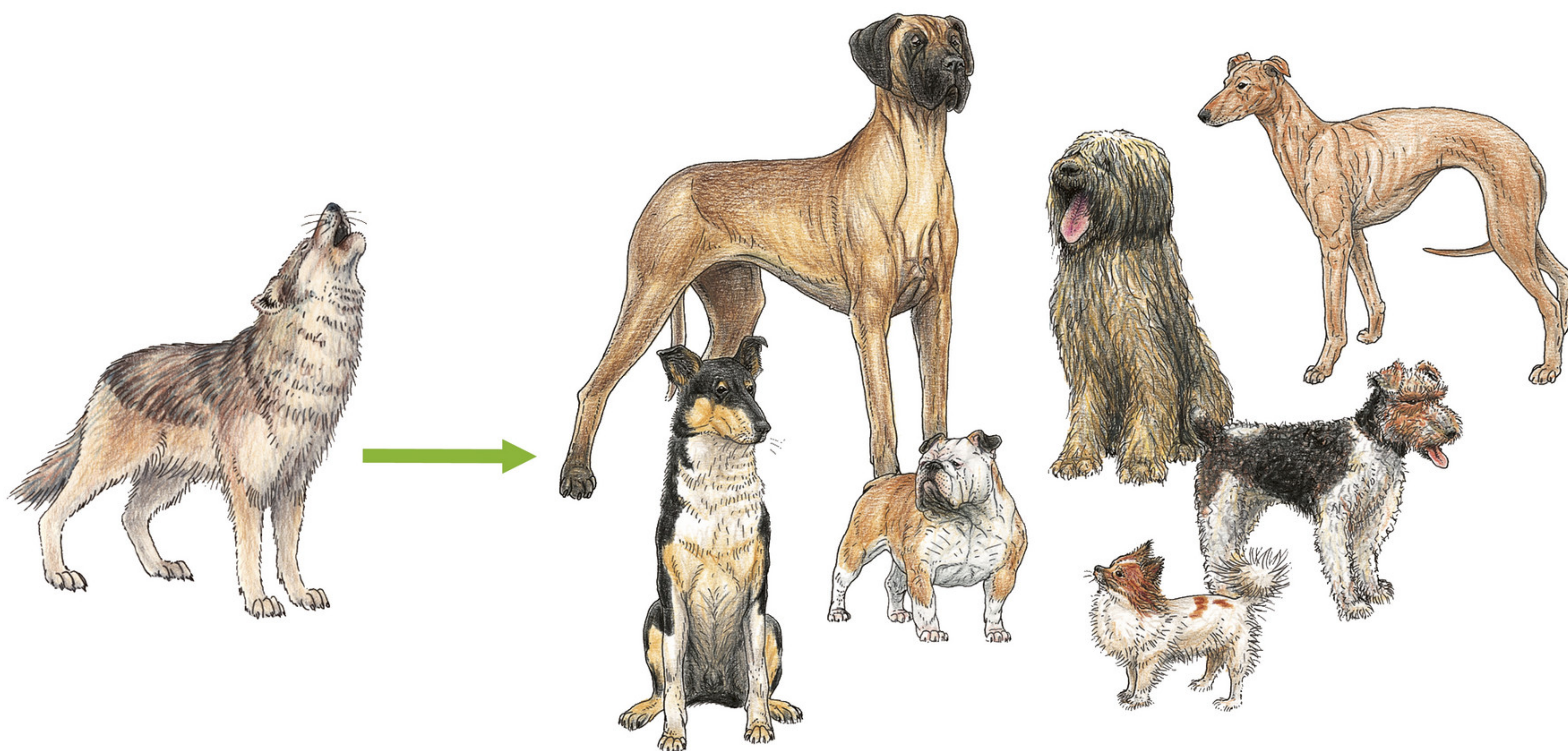
HET ONTSTAAN VAN NIEUWE SOORTEN

Het is belangrijk dat bij een soort veel verschillende genotypen en fenotypen voorkomen. De soort heeft dan een grote overlevingskans, vooral als de milieuomstandigheden veranderen.

Het klimaat kan bijvoorbeeld veranderen. Het is dan gunstig als er veel verschillende genotypen en fenotypen voorkomen. De kans is dan groot dat er enkele organismen zijn die goed zijn aangepast aan het nieuwe klimaat. Dit kan tot gevolg hebben dat de organismen met de oorspronkelijke vorm uitsterven. De organismen met een nieuwe, afwijkende vorm blijven voortbestaan. De soort is dan veranderd.

Ook kan het zijn dat beide vormen naast elkaar blijven bestaan. Organismen met de oorspronkelijke vorm en organismen met de nieuwe, afwijkende vorm planten zich dan onderling voort. Meestal ontstaan dan ook allerlei tussenvormen. Als de verschillende vormen zich steeds onderling blijven voortplanten, blijven ze tot dezelfde soort behoren. Er zal dan geen nieuwe soort ontstaan. Wel kunnen er verschillende vormen van één soort ontstaan. Denk bijvoorbeeld aan verschillende hondenrassen (zie afbeelding 33). Deze behoren alle tot één soort.

▼ Afb. 33 Enkele hondenrassen.



De verschillende vormen van een soort kunnen van elkaar geïsoleerd (gescheiden) raken. Bijvoorbeeld door een rivier, bergen, ijs, een woestijn of een zee. Door **isolatie** kunnen op den duur verschillende soorten ontstaan. Dit komt doordat de twee vormen steeds meer van elkaar gaan verschillen. Na verloop van lange tijd zijn organismen van de twee vormen niet meer in staat zich onderling voort te planten en daarbij vruchtbare nakomelingen te krijgen. De twee vormen zijn dan twee soorten geworden.

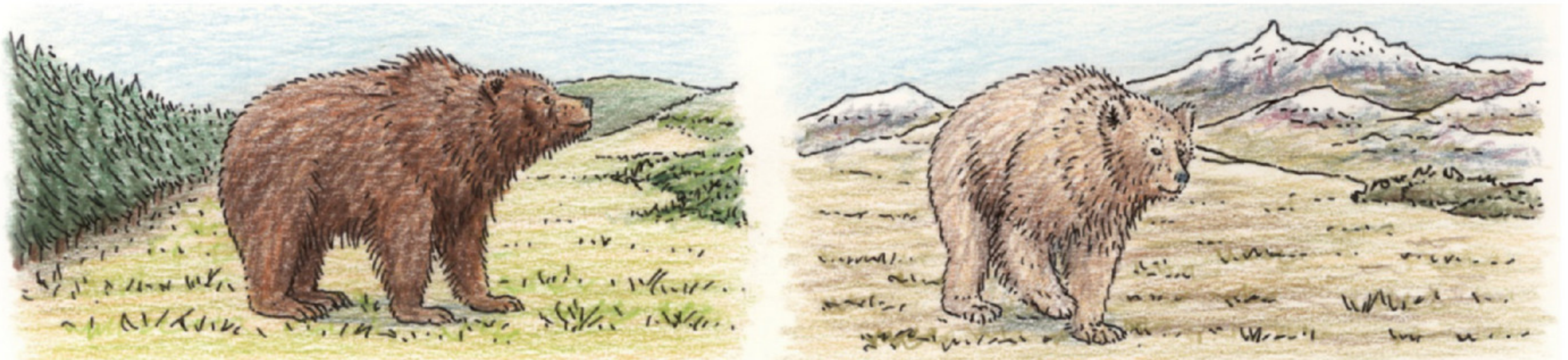
Hetzelfde kan gebeuren als een groep organismen van één soort geïsoleerd raakt van de rest van de soort. In de loop van miljoenen jaren kan het milieu gaan verschillen. Er vindt dan aanpassing plaats aan de verschillende milieus, bijvoorbeeld bij de beren van afbeelding 34. De lemuren van Madagaskar zijn een ander voorbeeld van soortvorming door isolatie (zie afbeelding 35).

WB OPDRACHT 19 BLZ. 19

► **Afb. 34** Ontstaan van een nieuwe soort door isolatie (schematisch).



1 Beren van één soort leven in een bepaald gebied.



2 Het gebied wordt door water in twee delen gesplitst.
De beren kunnen niet meer bij elkaar komen.



3 De milieus aan beide kanten van het water verschillen steeds meer van elkaar. Beide groepen beren vertonen aanpassingen aan hun eigen gebied. Hierdoor ontstaan twee nieuwe vormen van de berensoort.



4 Na verloop van lange tijd zijn er twee verschillende soorten ontstaan.
De twee soorten beren kunnen samen geen vruchtbare nakomelingen krijgen.

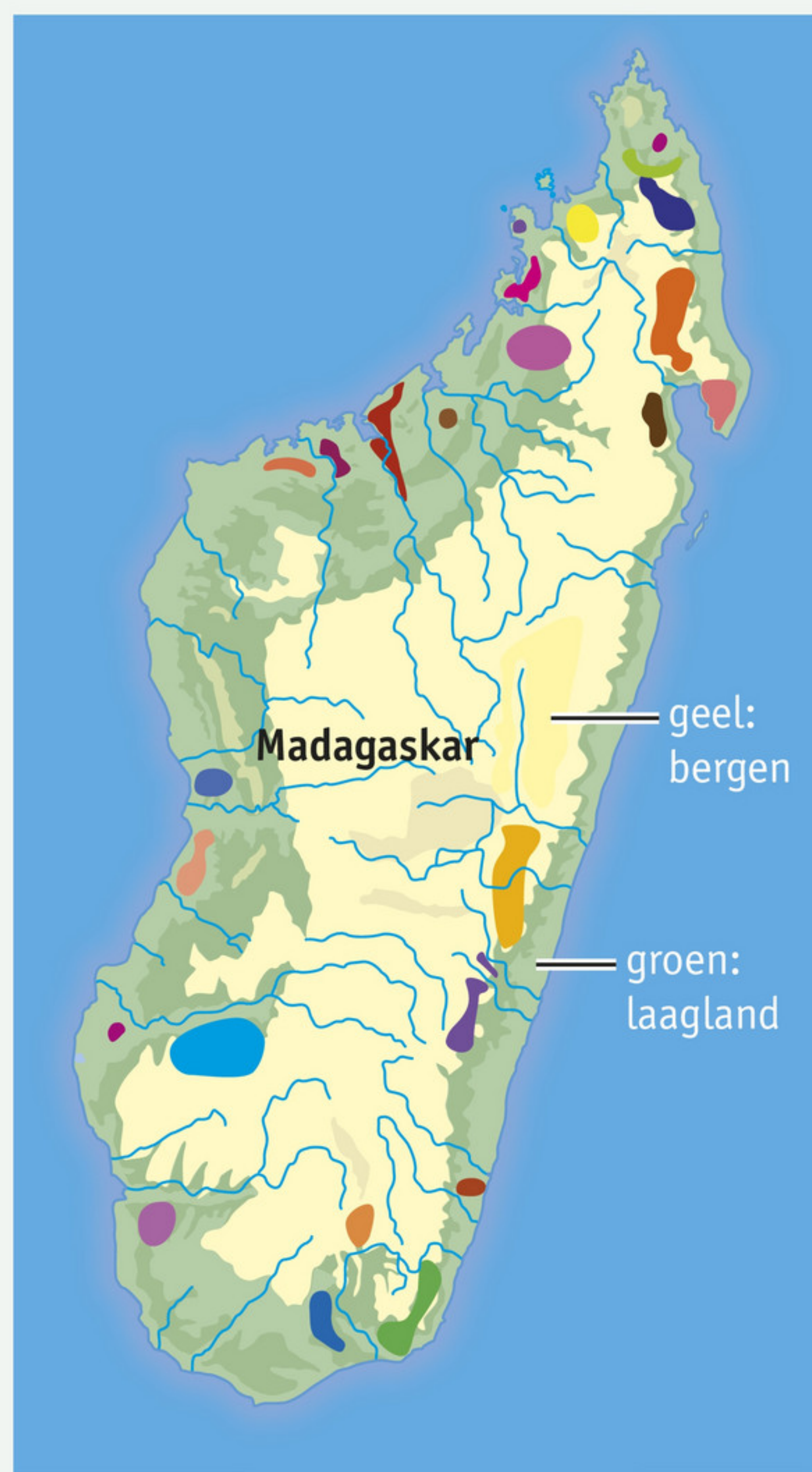
▼ Afb. 35

Lemuren van Madagaskar

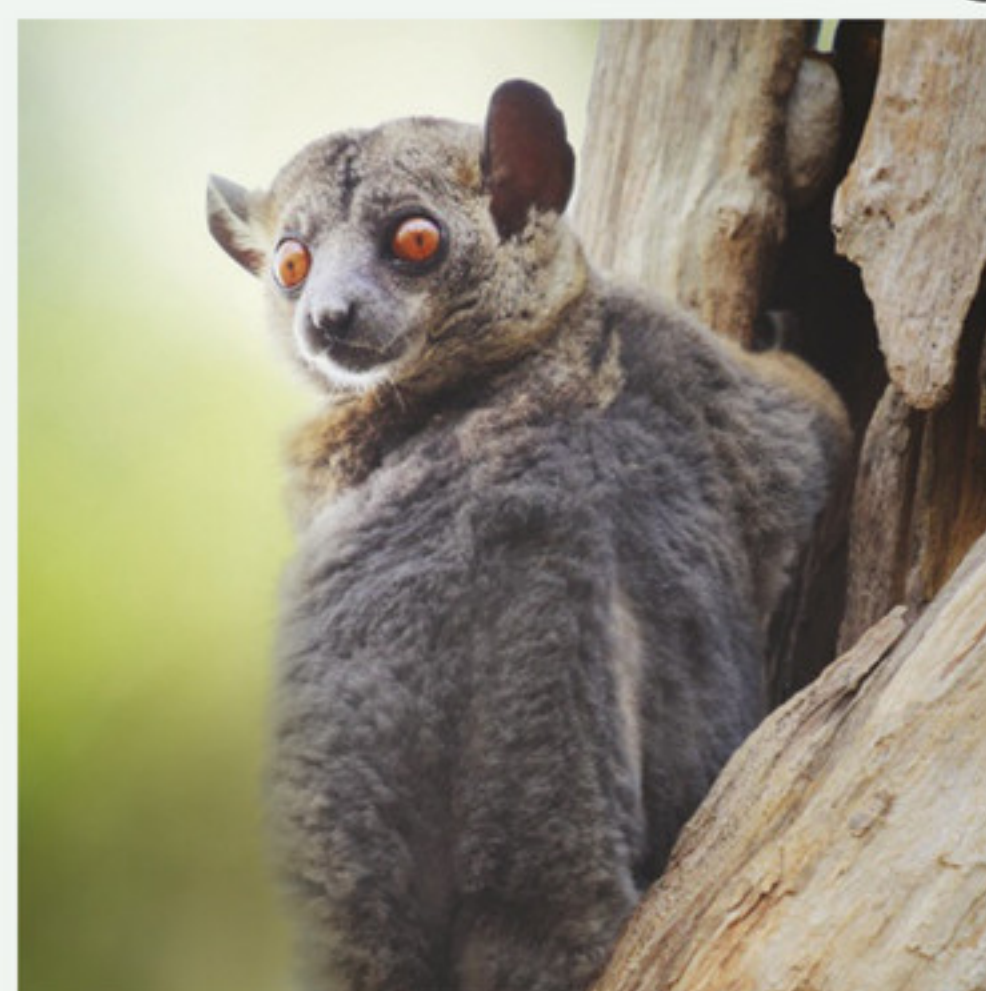
Lang geleden was Madagaskar verbonden met Afrika. In dit gebied leefde een groep halfapen. Doordat Madagaskar miljoenen jaren geleden losraakte van het vasteland van Afrika werden de halfapen op Madagaskar gescheiden van de halfapen in Afrika. Beide groepen pasten zich aan hun eigen milieu aan. Na verloop van tijd verschilden de gescheiden groepen halfapen zoveel van elkaar dat er nieuwe soorten waren ontstaan.

Inmiddels zijn op Madagaskar door isolatie vele soorten halfapen ontstaan, die alle behoren tot de familie van de lemuren. Een voorbeeld van de lemuren zijn de groep wezelmaki's. Wezelmaki's zijn nachtdieren die in bomen in het laagland leven en van boom tot boom springen. Ze komen zelden op de grond. Een rivier steken ze dan ook niet over. Door de vele rivieren tussen de bossen van Madagaskar ontstonden als het ware 'boseilanden' voor de wezelmaki's. Nu leven er ongeveer twintig soorten wezelmaki's op Madagaskar.

enkele lemuren van Madagaskar



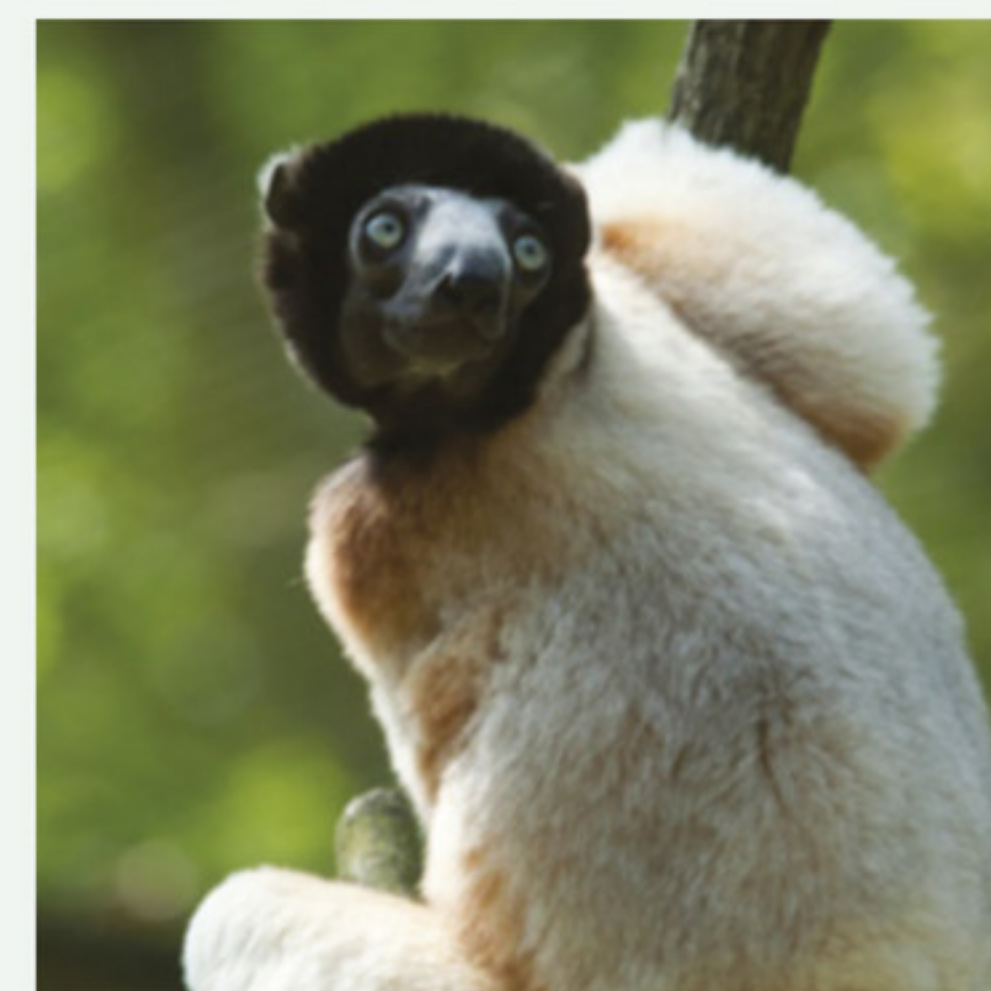
Verspreiding van de ongeveer twintig soorten wezelmaki's. Elke soort is met een andere kleur aangegeven.



grote wezelmaki



kleine wezelmaki



kroonsifaka



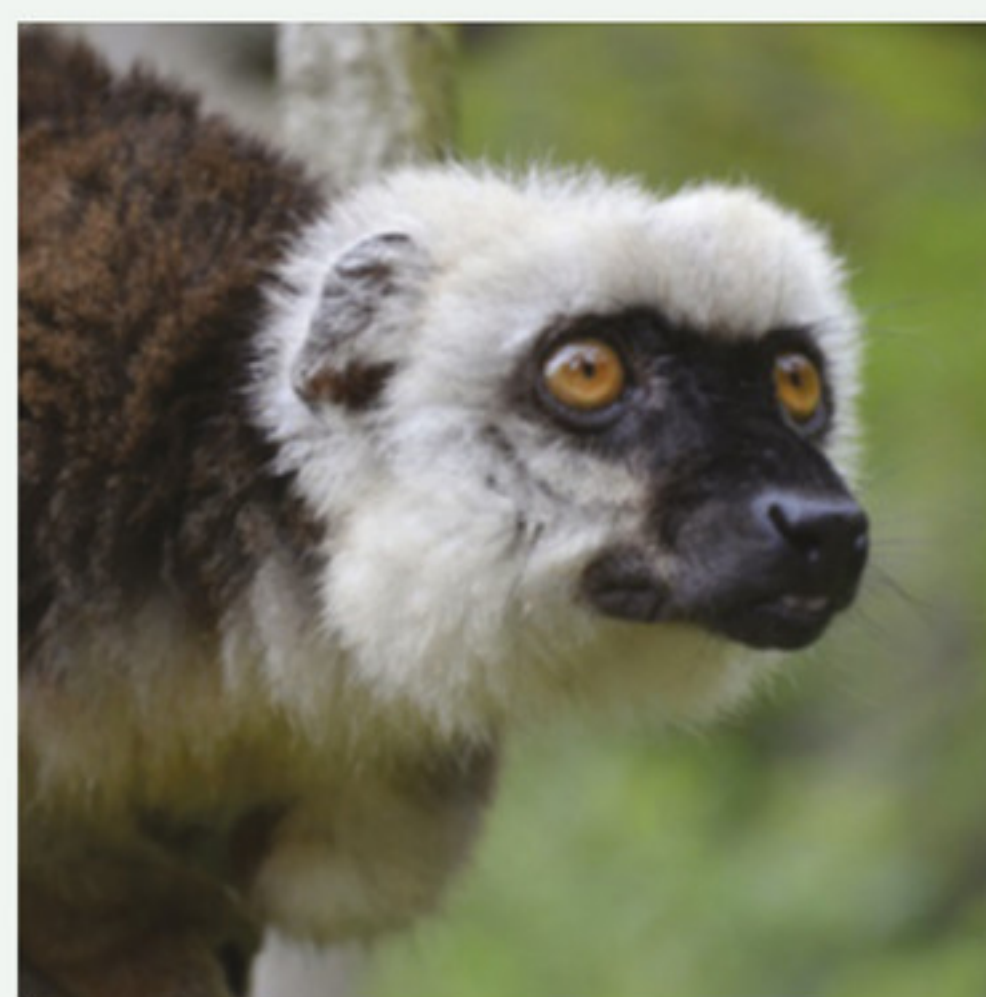
verrauxsifaka



diadeemsifaka



muismaki



witkopmaki



zwart-witte vari



rode vari

5 Fossielen

▼ Afb. 36 Fossielen.



1 fossiele beenderen van een dinosauruspoot (met de ontdekker ervan)

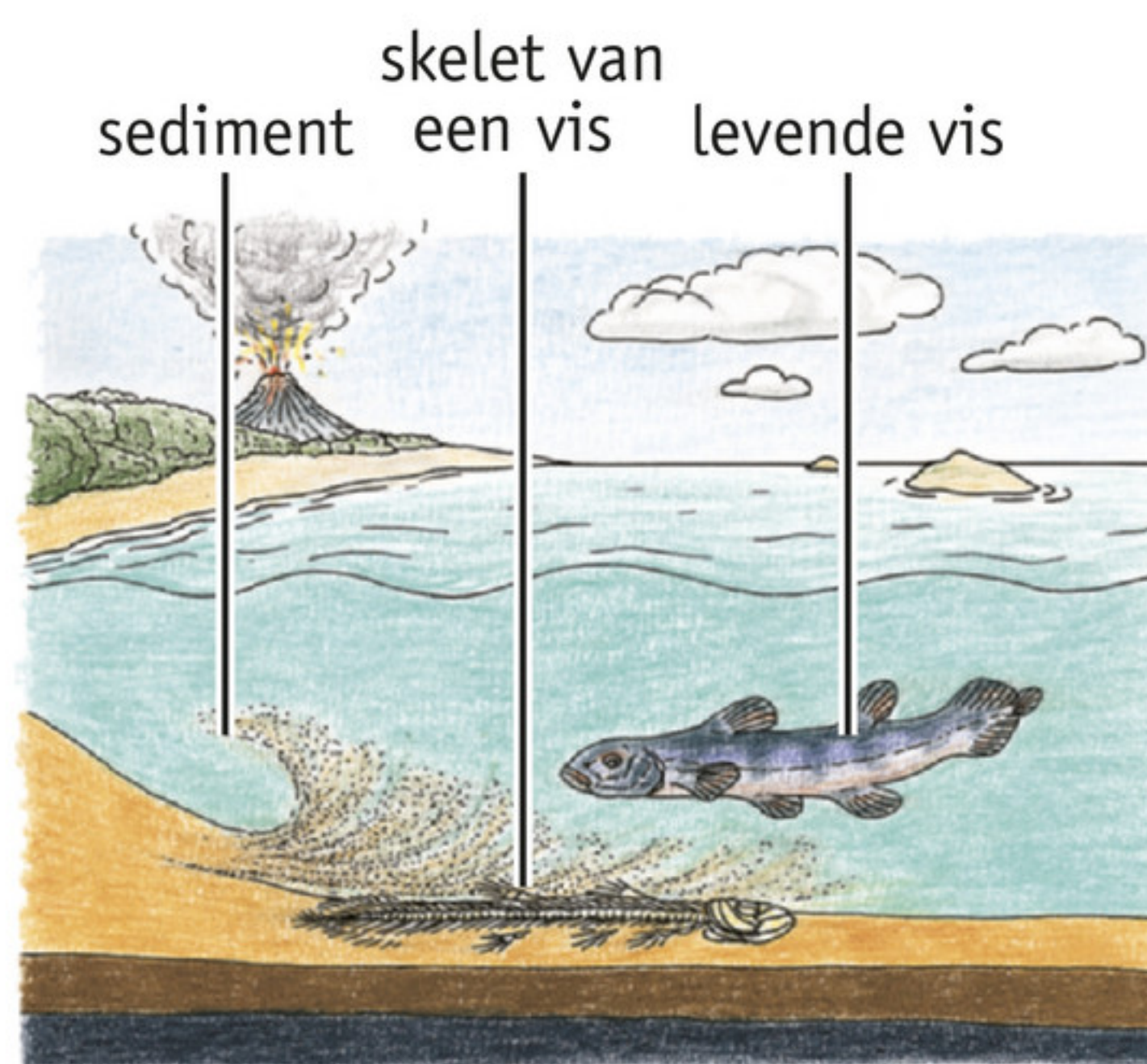


2 fossiel van een uitgestorven reptiel

Dat de evolutietheorie aannemelijk is, wordt onder andere aangetoond door **fossielen**. Fossielen zijn versteende overblijfselen van organismen, of afdrukken van organismen in gesteenten (zie afbeelding 36).

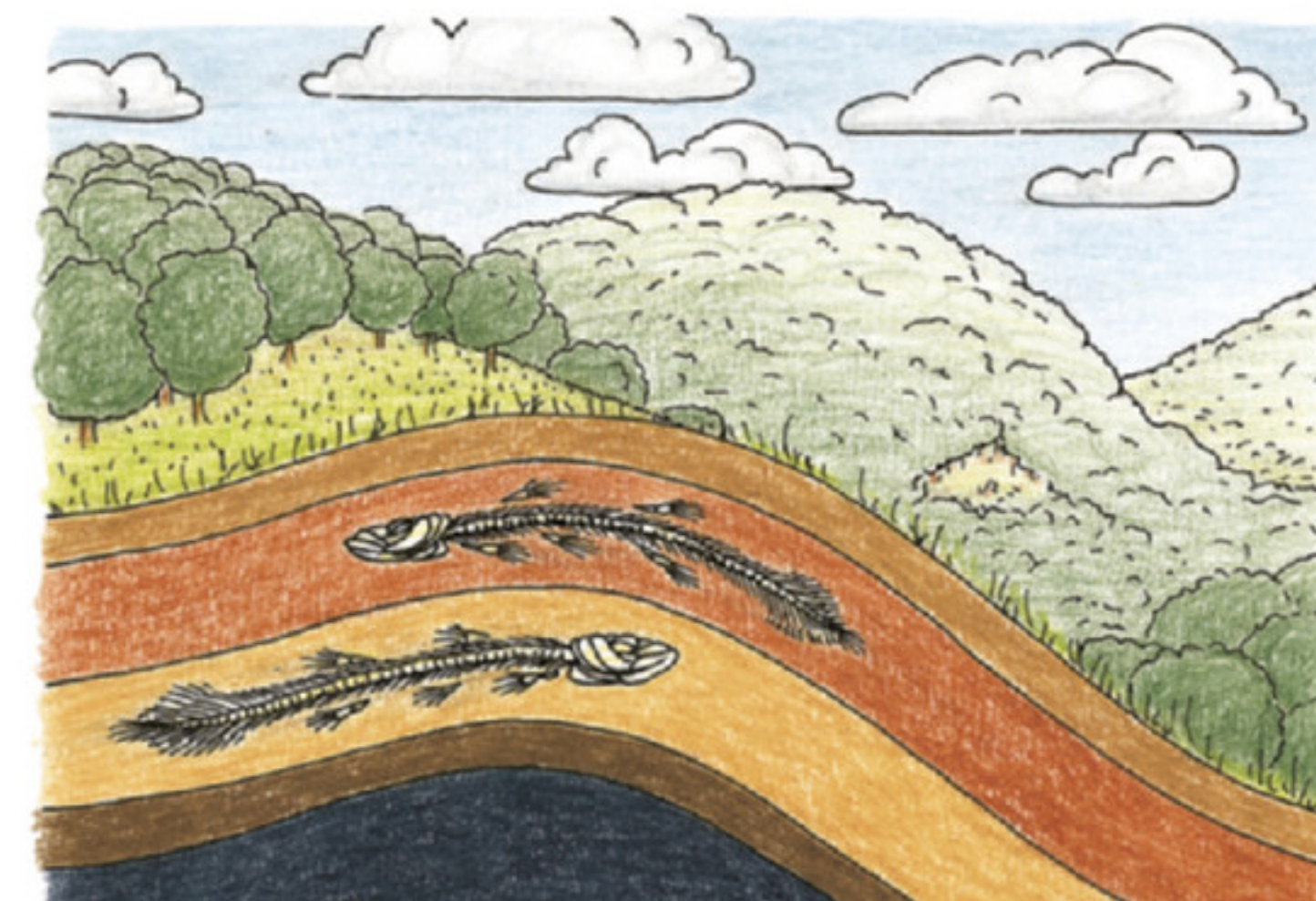
In afbeelding 37 is schematisch weergegeven hoe fossielen ontstaan. Fossielen kunnen alleen ontstaan als resten van organismen niet wegrotten en vergaan. De resten kunnen worden bedekt door een laag zand of klei. Als dit snel gebeurt, krijgen bacteriën en schimmels niet de tijd om de resten helemaal af te breken. Als de laag zand of klei ongestoord blijft liggen, komen er andere lagen overheen. Op de lange duur versteent de laag zand of klei door de druk van de bovenliggende lagen.

▼ Afb. 37 Zo ontstaan fossielen (schematisch).

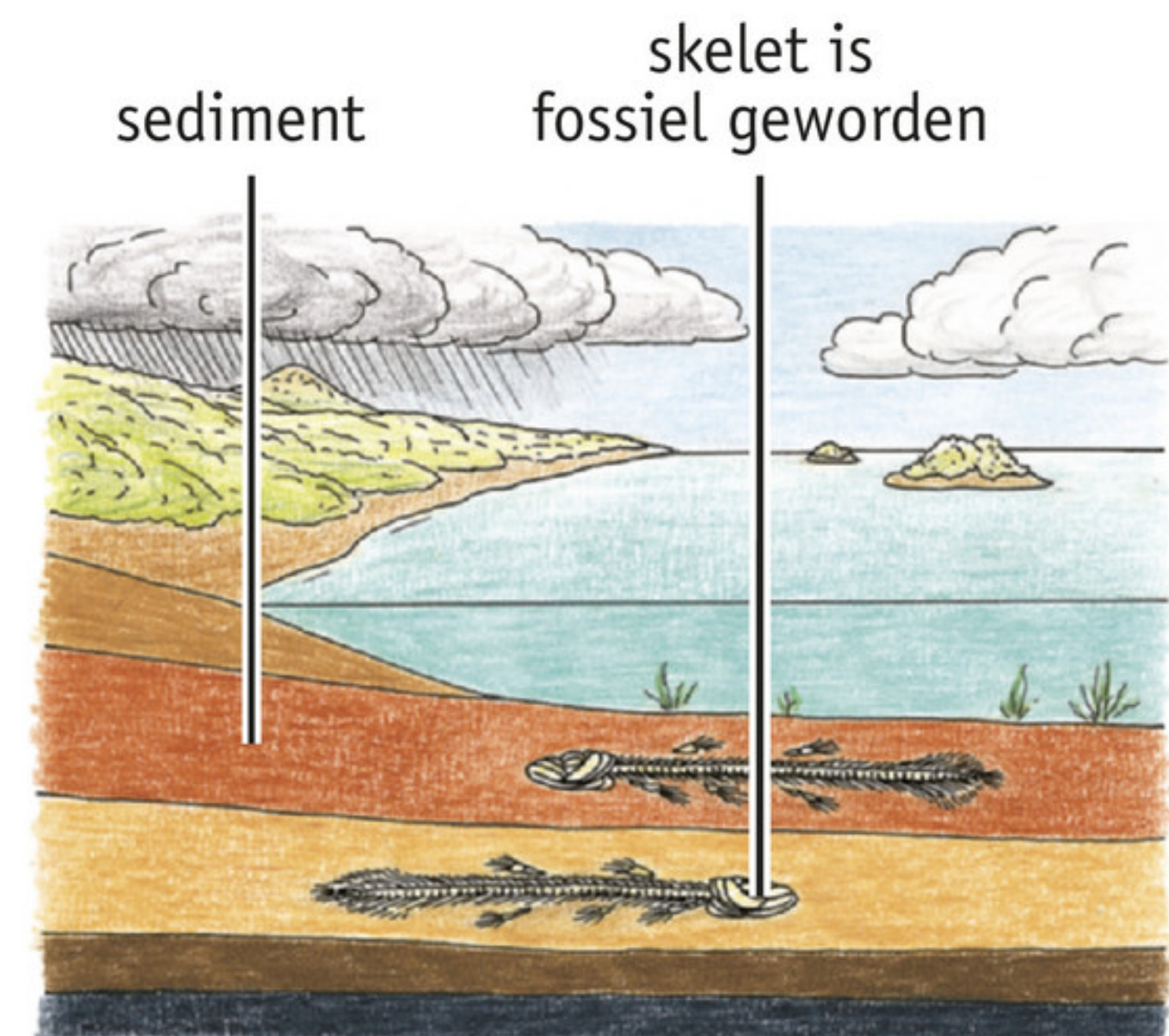


1

zeebodem is gestegen tot boven de waterspiegel

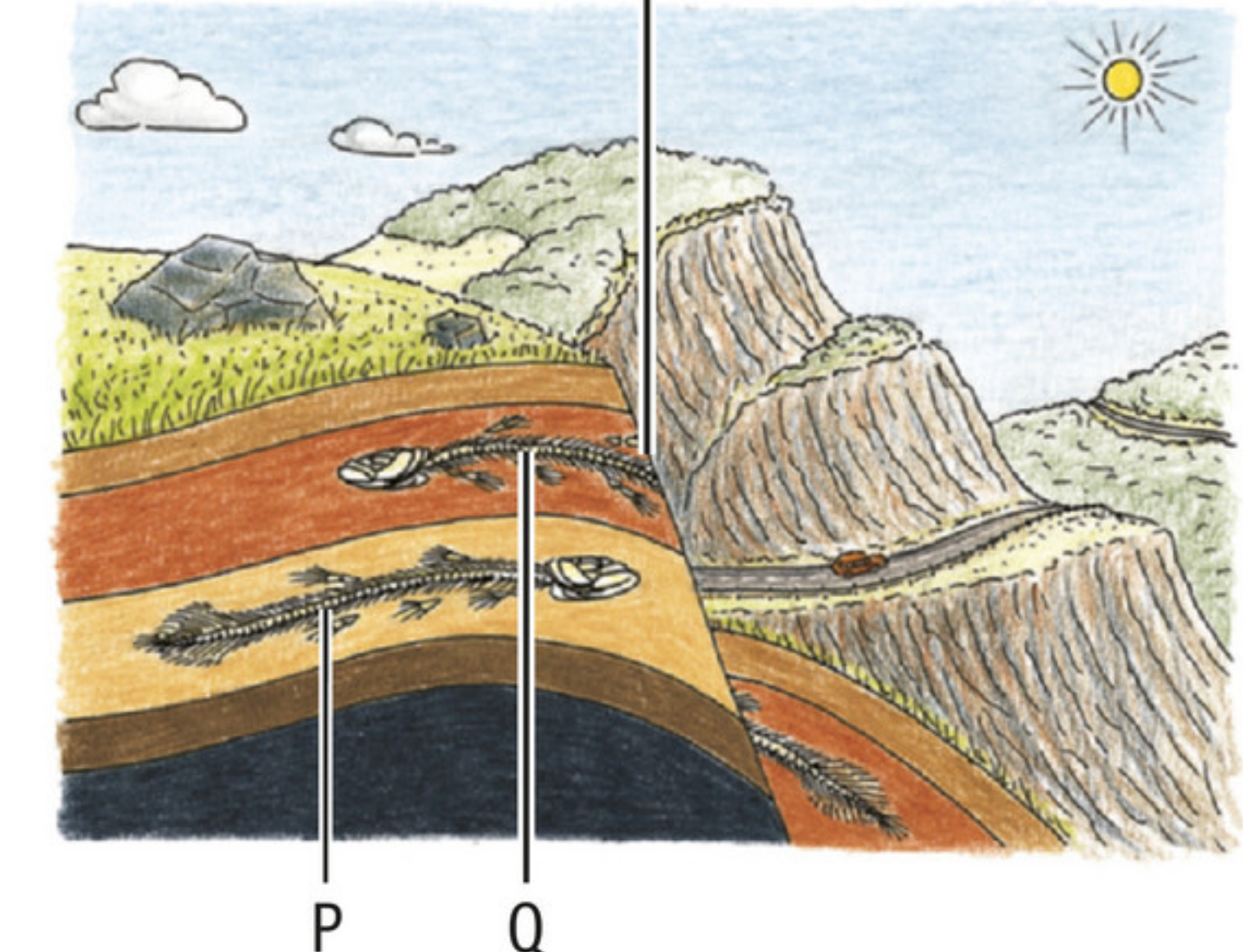


3



2

breuk in de aardkorst brengt fossiel skelet aan het licht



4

Er worden niet vaak fossielen van complete organismen gevonden. Meestal worden slechts delen van organismen gevonden. Zachte delen vergaan vaak te snel om te kunnen **fossiliseren**. Van schelpdieren worden dan ook veel meer fossielen gevonden dan van wormen. Uit de gefossiliseerde delen probeert men soms een voorstelling te maken van hoe het organisme er heeft uitgezien. We noemen dat een **reconstructie** (zie afbeelding 38).

► Afb. 38



1 fossiel vliegend reptiel met veren (voorouder vogels) 2 reconstructie

Nieuwe gesteentelagen worden boven op oudere lagen afgezet. In het algemeen liggen de jongste gesteentelagen dan ook aan de oppervlakte. Oudere gesteentelagen liggen dieper in de aardkorst.

Van sommige soorten organismen komen fossielen voor in gesteentelagen van verschillende ouderdom. Maar er zijn ook soorten waarvan de fossielen slechts in één gesteentelaag voorkomen, terwijl ze niet voorkomen in oudere en in jongere gesteentelagen. Blijkbaar hebben deze soorten organismen alleen in een bepaalde periode geleefd en zijn daarna uitgestorven. Hieruit blijkt dat in de geschiedenis van de aarde soorten zijn ontstaan en weer zijn verdwenen. Dit is een belangrijk argument voor de evolutietheorie.

WB OPDRACHT 20 BLZ. 21

6 De geschiedenis van het leven op aarde

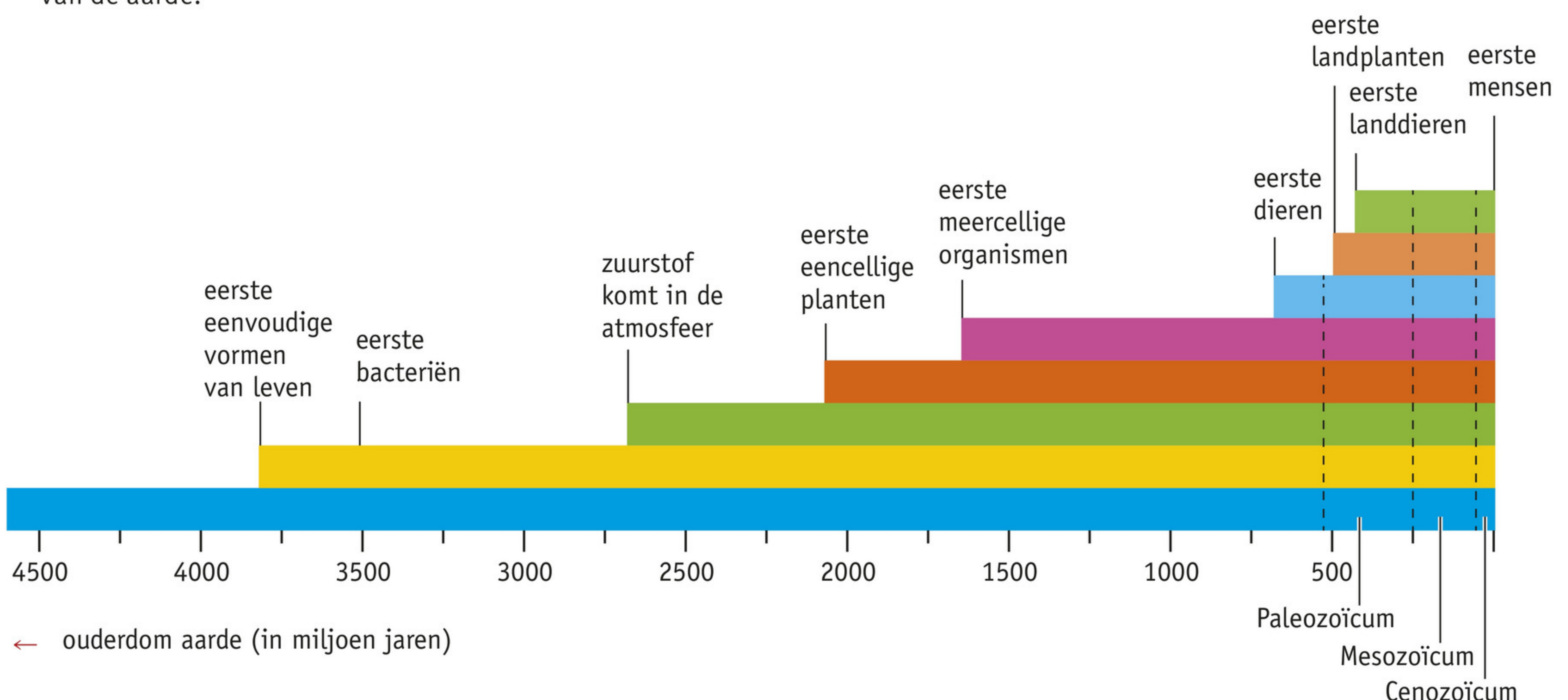
Door wetenschappelijk onderzoek weten we veel over de geschiedenis van het leven op aarde. In deze basisstof worden de belangrijkste gebeurtenissen beschreven. De geschiedenis van het leven op aarde wordt verdeeld in **tijdperken**. De tijdperken worden verder onderverdeeld in **perioden**. In afbeelding 40 zijn de tijdperken en perioden weergegeven in een **geologische tijdschaal** (geologie = leer van de aarde). Daarin is weergegeven hoeveel miljoen jaar geleden een periode begon en eindigde. In afbeelding 40 op bladzijde 34 zijn bij elke periode in de geologische tijdschaal enkele levensvormen getekend. De oudste levensvormen op aarde staan onder in de afbeelding.

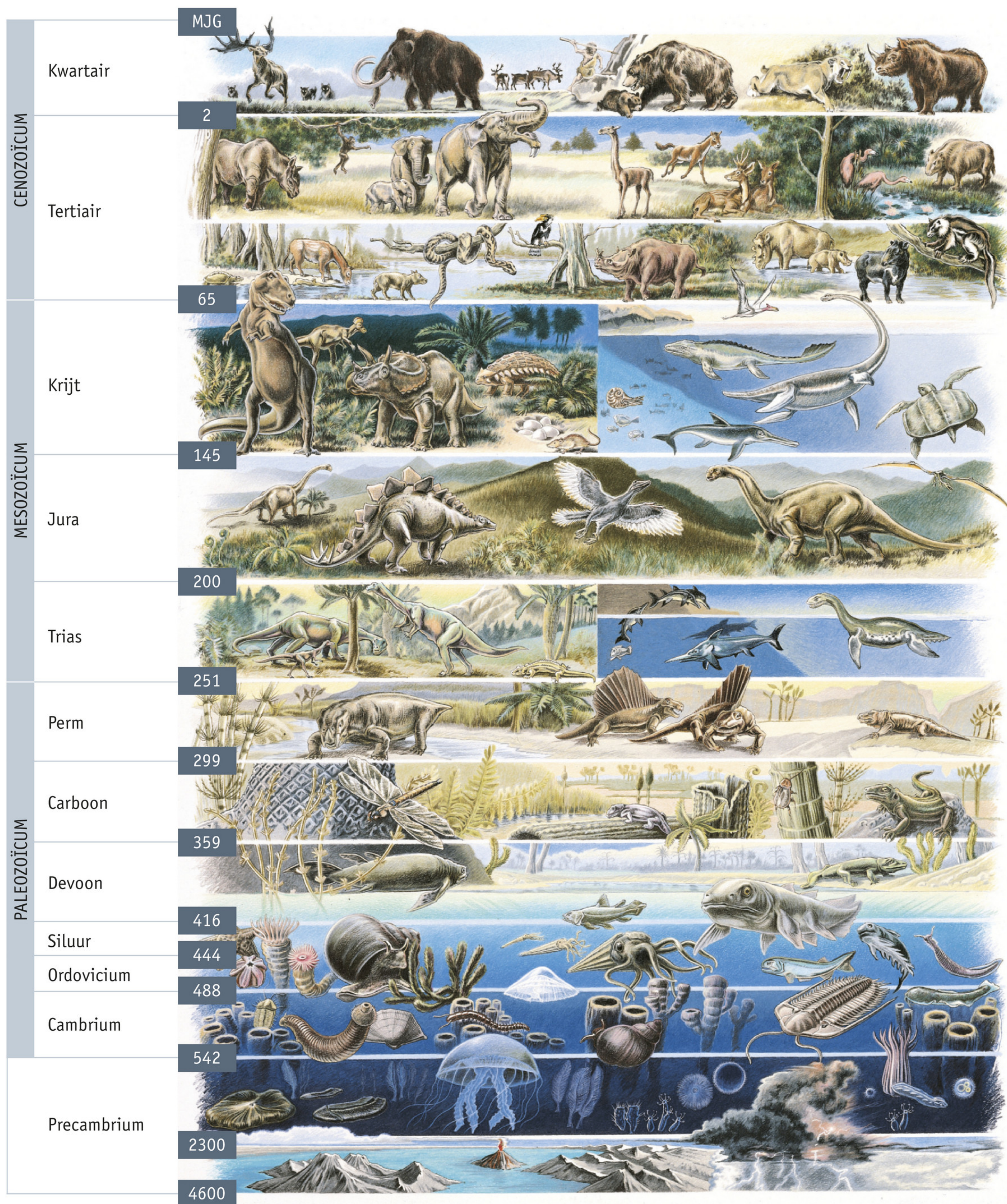
LEVEN IN HET WATER

In afbeelding 39 is de geschiedenis van de aarde op een tijdbalk weergegeven. De aarde bestaat ongeveer 4600 miljoen jaar (4,6 miljard jaar). In het begin van het bestaan van de aarde was er **geen leven** mogelijk. De temperatuur was hiervoor nog veel te hoog.

Ongeveer 3800 miljoen jaar geleden ontstonden waarschijnlijk de **eerste eenvoudige levensvormen**. Deze eerste levensvormen leefden in het water. Er zijn uit die tijd geen fossielen gevonden van organismen die op het land leefden. De lucht bevatte toen nog geen zuurstof. Uit de eerste eenvoudige vormen van leven ontstonden de eerste bacteriën. Een deel van deze bacteriën kon al zuurstof produceren. Ongeveer 3300 miljoen jaar geleden ontstonden andere **eencellige organismen** die fotosynthese konden laten plaatsvinden. Daardoor kwam er langzaam meer zuurstof in het water en ook in de lucht.

▼ **Afb. 39** Tijdbalk van de geschiedenis van de aarde.



▼ **Afb. 40** Geologische tijdschaal (mijg = miljoen jaar geleden).

Ongeveer 1600 miljoen jaar geleden ontwikkelden zich uit de eencelligen de eerste **meercellige organismen**. De eerste dieren ontstonden ongeveer 700 miljoen jaar geleden. Er ontstonden onder andere sponzen, holtedieren (bijvoorbeeld kwallen), platwormen, weekdieren (bijvoorbeeld inktvissen), geleedpotigen (bijvoorbeeld trilobieten, zie afbeelding 41.2) en stekelhuidigen (bijvoorbeeld zeesterren). Al deze soorten ontstonden in de oceanen en zeeën. Op het land kwamen alleen bacteriën voor.

► **Afb. 41** Het leven in zee.



1 alle getekende organismen zijn reconstructies, gemaakt aan de hand van fossielen

2 trilobiet

LEVEN OP HET LAND

De eerste **landplanten** (onder andere mossen) verschenen ongeveer 500 miljoen jaar geleden. De planten veroverden het land en veranderden de kale vlakten. In dezelfde periode ontstonden de eerste gewervelde dieren, de **vissen**.

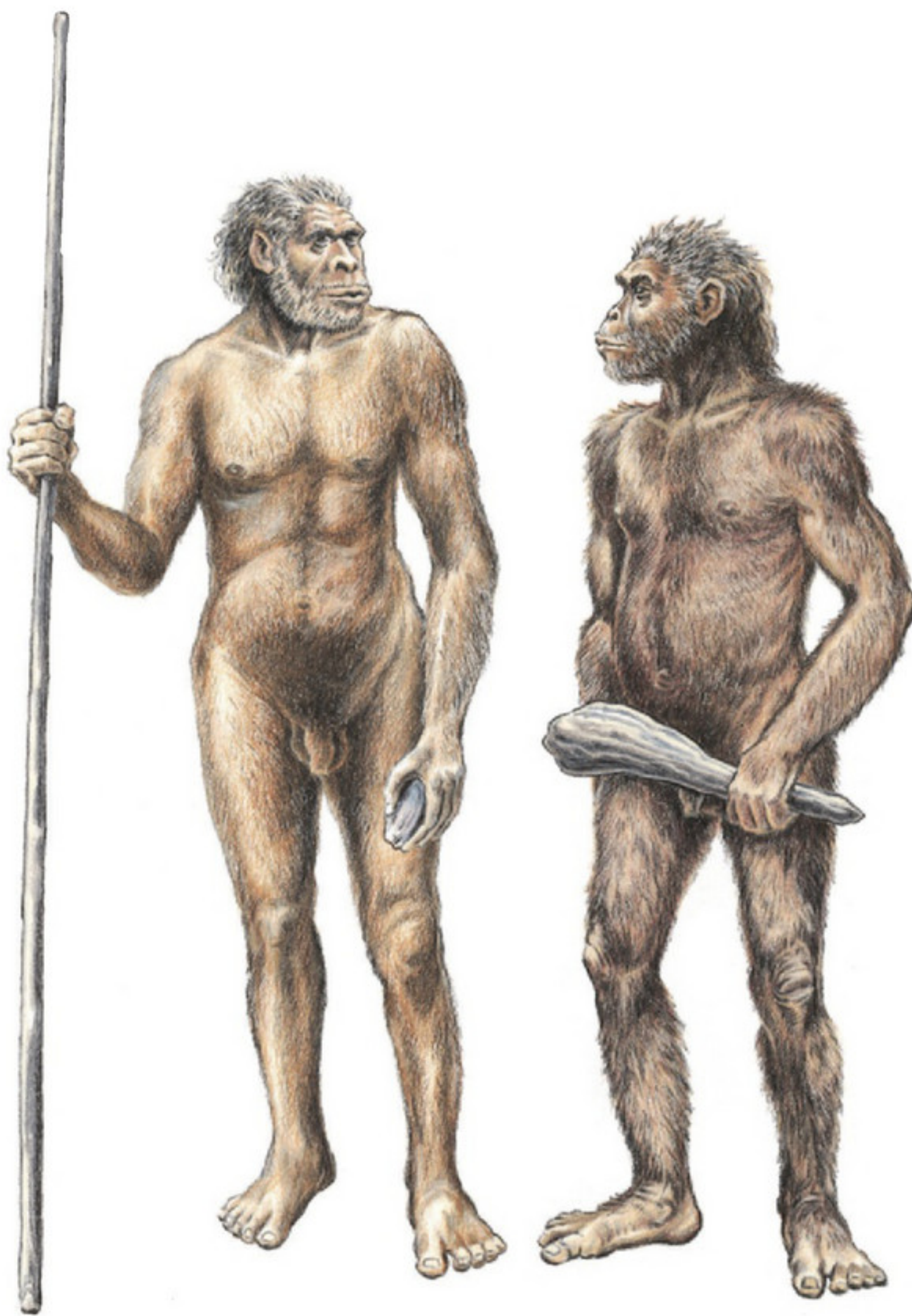
► **Afb. 42** Uitgestorven landdieren.



1 sauriërs

2 vogel en zoogdier

▼ Afb. 43 Mensachtigen.

1 *Australopithecus africanus*2 *Homo erectus*

Ongeveer 450 miljoen jaar geleden ontstonden er **landdieren**. De eerste landdieren waren voornamelijk geleedpotigen (vooral duizendpoten). Daarna volgden andere gewervelden: de **amfibieën** en de **reptielen**.

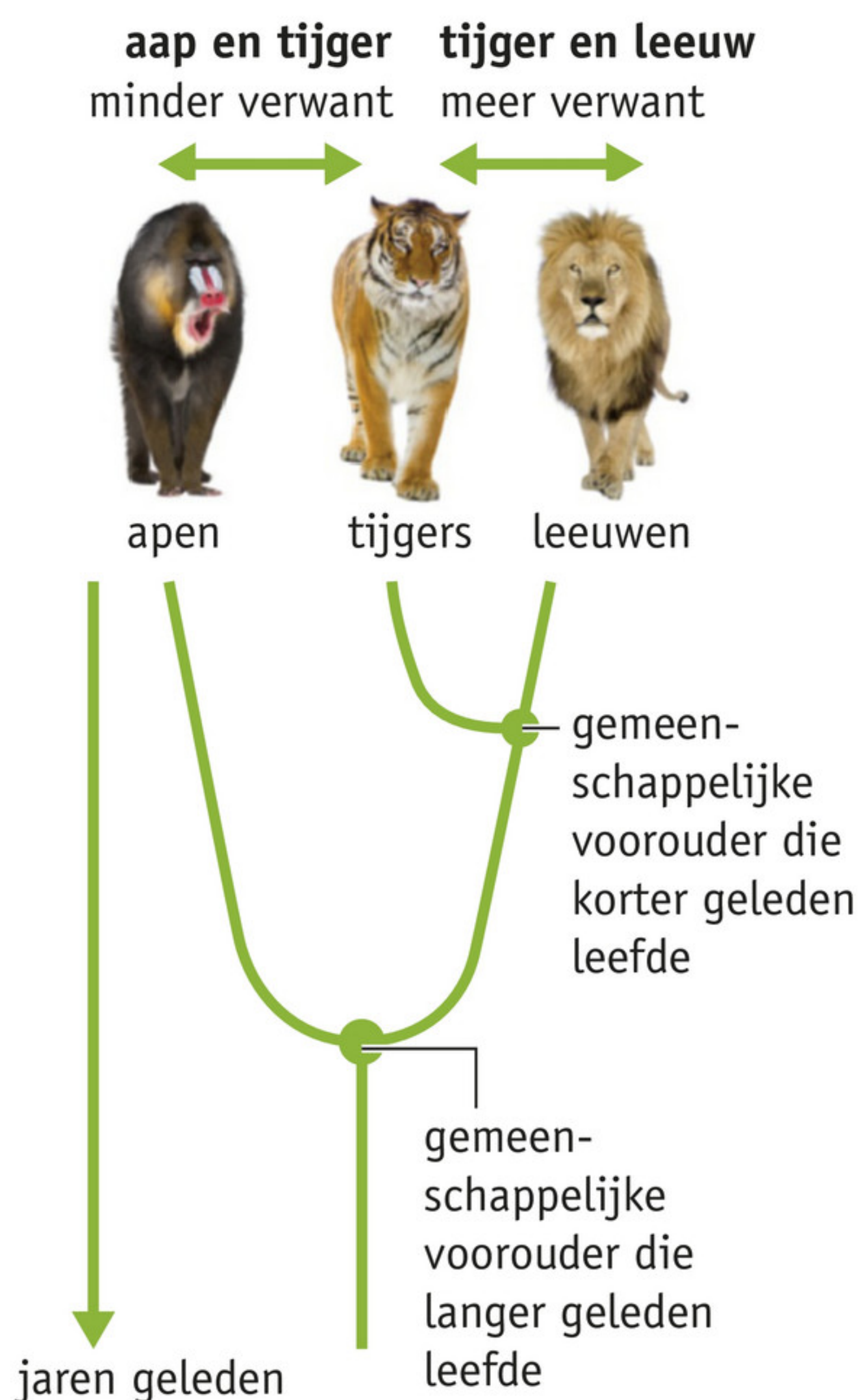
Ongeveer 251 miljoen jaar geleden begon de enorme bloeitijd van de reptielen. Er verschenen allerlei soorten **sauriërs** (*sauros* = hagedis). Op het land leefden enorme **dinosauriërs** (zie afbeelding 42). Sommige daarvan bereikten een lengte van meer dan 25 meter. Ook in het water en in de lucht leefden allerlei soorten sauriërs. Tegelijk met de sauriërs ontstonden de eerste **zoogdieren** en **vogels**.

Vele miljoenen jaren lang leefden de zoogdieren en vogels onopvallend naast de sauriërs. Maar 65 miljoen jaar geleden stierven de sauriërs in korte tijd uit. De oorzaak hiervan was een rotsblok van ongeveer tien kilometer doorsnede dat vanuit de ruimte insloeg op de aarde. Dat gaf een enorme explosie, gevolgd door uitgestrekte bosbranden. Hierna hebben enkele jaren lang zwarte wolken van stof en roet boven het aardoppervlak gehangen. Vermoedelijk hebben deze wolken zo veel zonlicht tegengehouden dat het op de gehele aarde vrijwel donker werd en de temperatuur sterk daalde. De sauriërs hebben deze klimaatverandering niet overleefd, de zoogdieren en vogels wel. Toen de zwarte wolken verdwenen, konden de zoogdieren en vogels goed tot ontwikkeling komen.

De eerste primitieve **mensachtigen** verschenen ongeveer drie miljoen jaar geleden (zie afbeelding 43). Alle mensen die nu leven, hebben een gemeenschappelijke voorouder die 150 000 jaar geleden in Afrika leefde.

WB OPDRACHT 21 EN 22 BLZ. 22

▼ Afb. 44



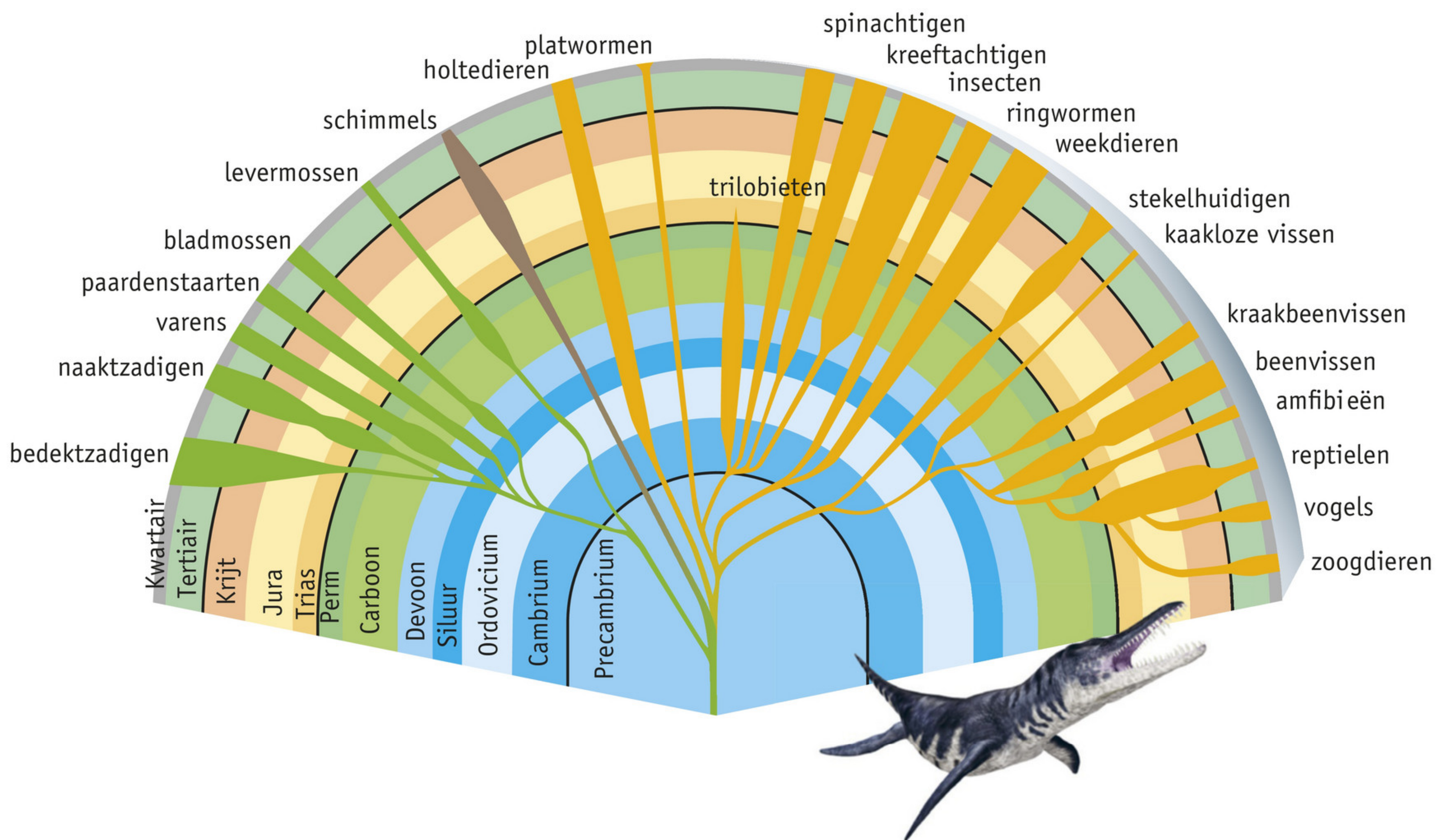
VERWANTSCHAP VAN SOORTEN

Tijdens de ontwikkeling van het leven op aarde zijn allerlei soorten organismen ontstaan. Soorten die een gemeenschappelijke voorouder hebben, vertonen **verwantschap**. Hoe langer geleden de gemeenschappelijke voorouder van twee soorten leefde, hoe minder de soorten verwant zijn. Je ziet dat in afbeelding 44. De gemeenschappelijke voorouder van een tijger en een aap leefde langer geleden dan de gemeenschappelijke voorouder van een tijger en een leeuw. De aap en de tijger zijn minder aan elkaar verwant dan de leeuw en de tijger.

In afbeelding 45 is de vermoedelijke afstamming van organismen schematisch weergegeven. Uit deze afbeelding kun je aflezen waaruit groepen organismen zich hebben ontwikkeld. Ook kun je afleiden welke groepen veel en welke weinig verwantschap vertonen. Een brede lijn geeft aan dat deze groep in een bepaalde periode veel voorkomt. Je ziet bijvoorbeeld dat amfibieën in de periode Perm meer voorkomen dan in de periode Jura.

WB OPDRACHT 23 T/M 25 BLZ. 23

▼ **Afb. 45** Vermoedelijke stamboom van organismen.



7 Biotechnologie

▼ **Afb. 46** Bakkersgist.



▼ **Afb. 47** Voedingsmiddelen waarbij al eeuwenlang biotechnologie wordt toegepast.



Biotechnologie is een verzamelnaam voor technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten te vervaardigen voor de mens. Deze technieken worden al eeuwenlang gebruikt, vooral bij de productie van voedingsmiddelen. Voorbeelden van zulke voedingsmiddelen zijn brood, bier, wijn, kaas, yoghurt en zuurkool.

In deel 1 heb je geleerd dat schimmels kunnen worden gebruikt bij het maken van voedingsmiddelen. Brood, bier en wijn worden bereid met behulp van speciale schimmels, de **gisten** (zie afbeelding 46). Bij de bereiding van brood zorgen gistcellen ervoor dat het deeg gaat rijzen. Het deeg wordt luchtiger, waardoor het brood minder zwaar op de maag ligt. Bij de bereiding van bier en wijn produceren gistcellen alcohol.

Kaas wordt geproduceerd met behulp van een stof uit de maag van pasgeboren kalveren. Als deze stof aan melk wordt toegevoegd, ontstaat in de melk een vaste massa. Hiervan wordt kaas gemaakt. Yoghurt wordt gemaakt uit melk door er bepaalde soorten **bacteriën** aan toe te voegen. Deze bacteriën vormen stoffen die de zure smaak van yoghurt veroorzaken. Zuurkool wordt gemaakt uit fijngesneden witte kool. Bepaalde soorten bacteriën vormen stoffen die zorgen voor de zure smaak van zuurkool. Bij de productie van al deze voedingsmiddelen maken mensen al eeuwenlang gebruik van organismen. Ook bij de productie van bepaalde smaakstoffen, geneesmiddelen en hormonen worden al heel lang organismen gebruikt. De gebruikte organismen zijn uit zichzelf in staat de gewenste stoffen te produceren. Het genotype van de organismen hoeft hiervoor niet te worden veranderd.

GENETISCHE MODIFICATIE

De laatste jaren is de biotechnologie sterk in opkomst. Dat komt doordat allerlei technieken zijn ontwikkeld om nieuwe erfelijke informatie aan te brengen in het DNA van een organisme. Bijvoorbeeld informatie die afkomstig is van een ander soort organisme. Deze technieken worden **recombinant-DNA-technieken** genoemd.

Een voorbeeld van een toepassing van deze technieken is de productie van insuline voor diabetespatiënten. In deel 1 heb je geleerd dat een diabetespatiënt zichzelf elke dag een hoeveelheid insuline moet inspuiten. Insuline was tot voor kort een duur geneesmiddel. Het werd verkregen uit de alvleesklier van geslachte varkens. Deze methode was tijdrovend en kostbaar. Gezonde mensen hebben een gen dat de informatie bevat voor de productie van insuline. Bacteriën hebben dit gen niet. DNA met dit gen is weggehaald uit cellen van de mens en ingebracht bij bepaalde bacteriën. Deze bacteriën bezitten dan de informatie voor de productie van insuline en gaan insuline produceren. Door deze bacteriën op grote schaal te kweken kan nu goedkoop insuline in zuivere vorm worden geproduceerd.

Door recombinant-DNA-technieken kunnen allerlei gewenste erfelijke eigenschappen bij organismen worden 'aangebracht'. Dit wordt ook wel **genetische modificatie** genoemd. Een genetisch gemodificeerd organisme noem je **transgeen**.

Voor genetische modificatie worden vaak micro-organismen gebruikt, maar soms ook planten of dieren. In afbeelding 48 zie je daar voorbeelden van. In de gezondheidszorg, de landbouw, de industrie en het milieu worden genetisch gemodificeerde organismen gebruikt. De meeste toepassingsmogelijkheden liggen in de voedselproductie (zie afbeelding 49).

▼ **Afb. 48** Voorbeelden van genetische modificatie.



paarse tomaat

Wageningse onderzoekers hebben een gen uit een leeuwenbekje (tuinplant) ingebracht in het genotype van een tomaat. Dit gen bevat de informatie voor een kleurstof die mogelijk kankerremmende stoffen bevat. Muizen die de paarse tomaat aten, leefden 30% langer dan muizen die de rode tomaten aten. Maar er zijn nog geen bewijzen dat de paarse tomaat ook gezond is voor mensen. Noorse wetenschappers gaan dit verder onderzoeken.



geiten maken medicijn

Het Amerikaanse bedrijf GTC Therapeutics heeft als eerste toestemming gekregen een nieuw geneesmiddel op de Europese markt te brengen. Het geneesmiddel Atryn wordt gehaald uit de melk van genetisch gemodificeerde geiten. Atryn vermindert na een operatie of bevalling het risico op bloedklontering bij patiënten met een zeldzame, erfelijke bloedziekte.



meer sap uit vruchten

Het enzym pectinase wordt gebruikt bij de bereiding van vruchtensap. Dit enzym wordt geproduceerd door een genetisch gemodificeerde schimmel. Pectinase breekt een deel van de celwanden in vruchten af, waardoor een hogere sapopbrengst wordt verkregen.



stonewashed spijkerbroeken

Om spijkerbroeken een stonewashed uiterlijk te geven werden ze vroeger in een grote wasmachine gewassen met puimsteen. Dat kostte veel energie en was tijdrovend. Dat gaat tegenwoordig een stuk goedkoper en sneller. Het stonewashed effect kan namelijk ook worden bereikt door behandeling met het enzym cellulase. Dit enzym wordt geproduceerd door genetisch gemodificeerde bacteriën.

- **Afb. 49** Sommige voedingsmiddelen bevatten genetisch gemodificeerde maïs.



VOOR- EN TEGENSTANDERS

Sommige mensen zijn voorstander van genetische modificatie, omdat hierdoor de voedselopbrengst hoger wordt. Dat is nodig om de steeds maar groeiende wereldbevolking van voedsel te voorzien. Door genetische modificatie kunnen sommige gewassen ook milieuvriendelijker worden geproduceerd en kunnen sommige ziekten beter worden behandeld (zie afbeelding 48).

Er zijn ook mensen die bezwaren hebben tegen genetische modificatie. Ze vinden bijvoorbeeld dat de mens niet het recht heeft de erfelijke eigenschappen van organismen naar eigen inzicht te veranderen. Of ze keuren het af dat door genetische modificatie allerlei nieuwe soorten organismen worden 'gemaakt'. Ook zijn ze bang dat organismen die genetisch zijn gemodificeerd in de natuur terechtkomen en daar schade veroorzaken.

WB OPDRACHT 26 BLZ. 25

KLONEN

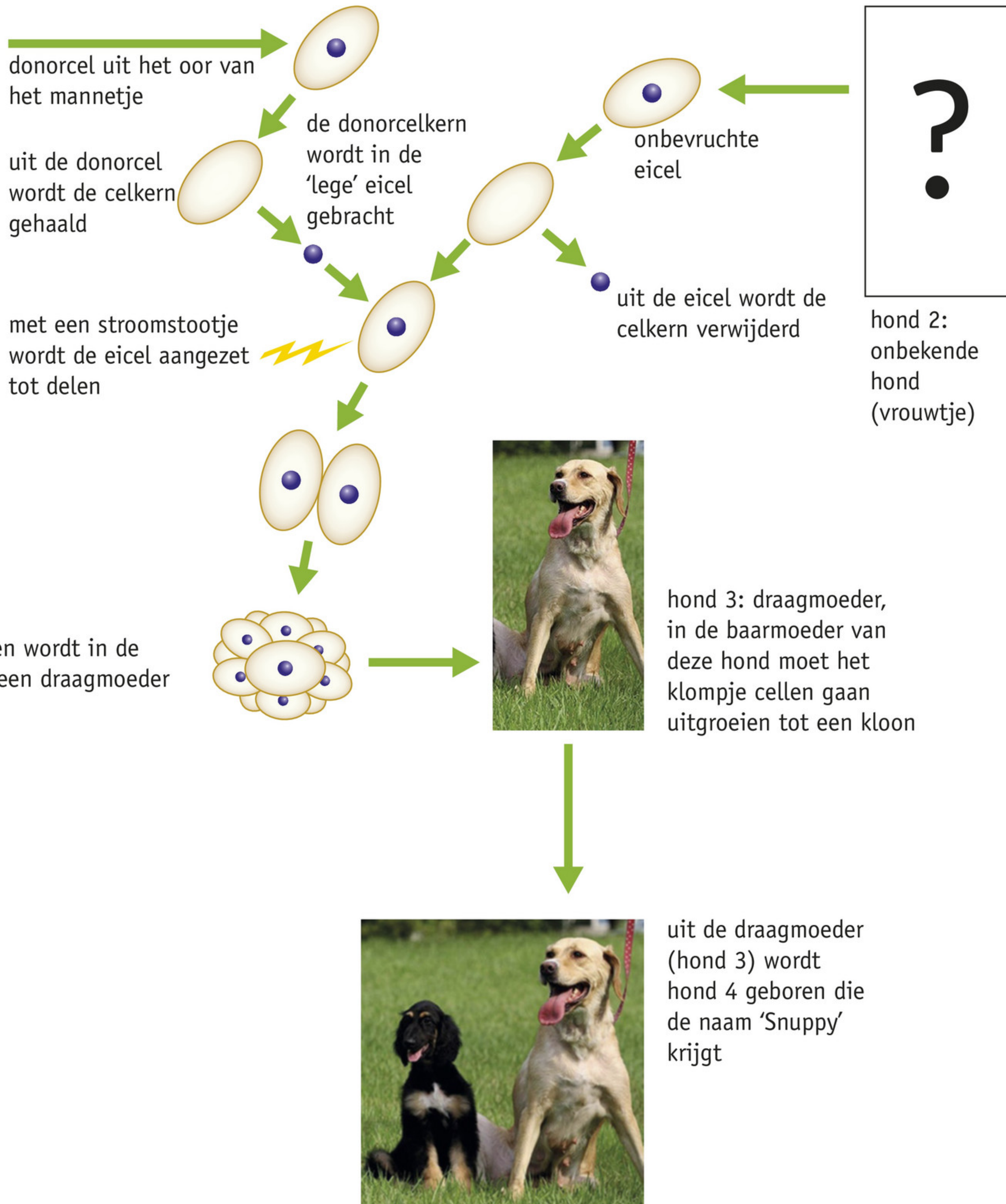
Klonen of **klonen** is een kunstmatige wijze van voortplanting van organismen, waarbij alle nakomelingen hetzelfde genotype hebben als het organisme dat gekloond wordt. Klonen is een vorm van ongeslachtelijke voortplanting. Bij planten is klonen al langer gebruikelijk dan bij dieren. Door planten te stekken of door planten te vermeerderen via bollen, knollen of wortelstokken ontstaan klonen van een plant.

Dieren klonen kan bijvoorbeeld door **celkerntransplantatie**. Daarbij wordt de celkern van een lichaamscel getransplanteerd naar een eikel waaruit van tevoren de kern is weggehaald. Uit de eikel ontstaat een klompje cellen, dat in de baarmoeder van een **draagmoeder** wordt ingebracht en kan uitgroeien tot een nakomeling (zie afbeelding 50). Het blijkt nog moeilijk om met deze techniek klonen te maken.

▼ Afb. 50



hond 1:
Afghaanse
windhond
mannetje



GENOMICS

Genomics (Nederlands: genomica) is de studie van het gehele DNA van een organisme (of een groot deel ervan) met alle genen die daarop liggen. Genomics wordt bijvoorbeeld gebruikt in kankeronderzoek. In afbeelding 23 heb je gelezen dat Lieke veel genen tegelijkertijd met elkaar vergelijkt bij kankeronderzoek.

Bij kankeronderzoek bestudeert men ook de activiteit van veel genen tegelijkertijd. De onderzoeker vergelijkt dan de activiteit van genen in gezond weefsel en tumor(kanker)weefsel met elkaar. Met een speciale techniek is zichtbaar welke genen *aan* staan en welke genen *uit* staan in tumorweefsel en gezond weefsel (zie afbeelding 51). In de veeteelt wordt met behulp van genomics geselecteerd op gunstige genotypen van fokstieren (zie afbeelding 52).

► **Afb. 51** Genomics bij kankeronderzoek.



1 elke gekleurde stip geeft van één gen aan of dit gen *aan* of *uit* staat in tumorcellen en in gezonde cellen van een patiënt

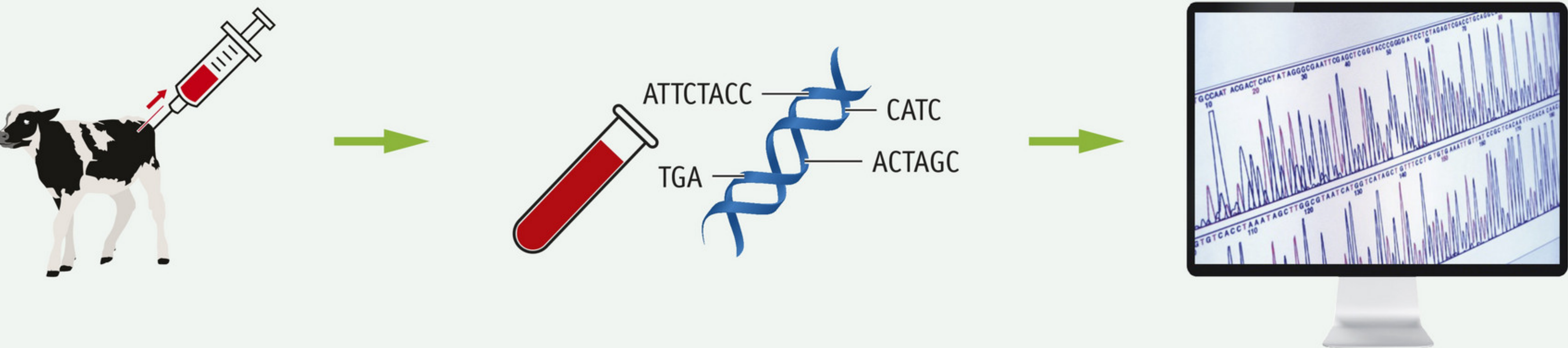
2 detail onder een microscoop

▼ **Afb. 52**

Genomicsselectie in de veeteelt

Tot voor kort kon pas na ruim vijf jaar bepaald worden of een stier een topstier was met een gunstig genotype. Op de oude manier moest je dat maar afwachten. Je kon immers pas na vijf jaar bij voldoende nakomelingen goed zien of de nakomelingen van de stier ook echt die goede eigenschappen hadden, zoals een hoge melkopbrengst per jaar. Het kon ook mislukken. Tegenwoordig gaat dat met genomicsselectie bij fokstieren een stuk sneller. Inmiddels is van heel veel

genen bepaald of het gunstige genen zijn. Door een bepaald gen produceren de nakomelingen van de fokstier bijvoorbeeld meer melk. Met DNA-testen kan snel bepaald worden of een stierkalfje veel gunstige genen heeft. Is er een topstierkalfje met een gunstig genotype gevonden, dan kun je deze genomics-topstier snel inzetten als fokstier. Dat kan al op de leeftijd van 12 maanden, als de stier geslachtsrijp is.



1 van een serie kalveren wordt bloed afgenomen

2 van elk kalf wordt het genotype bepaald door een DNA-test

3 kalfjes met het meest gunstige genotype worden geselecteerd als fokstier

DNA-TESTEN

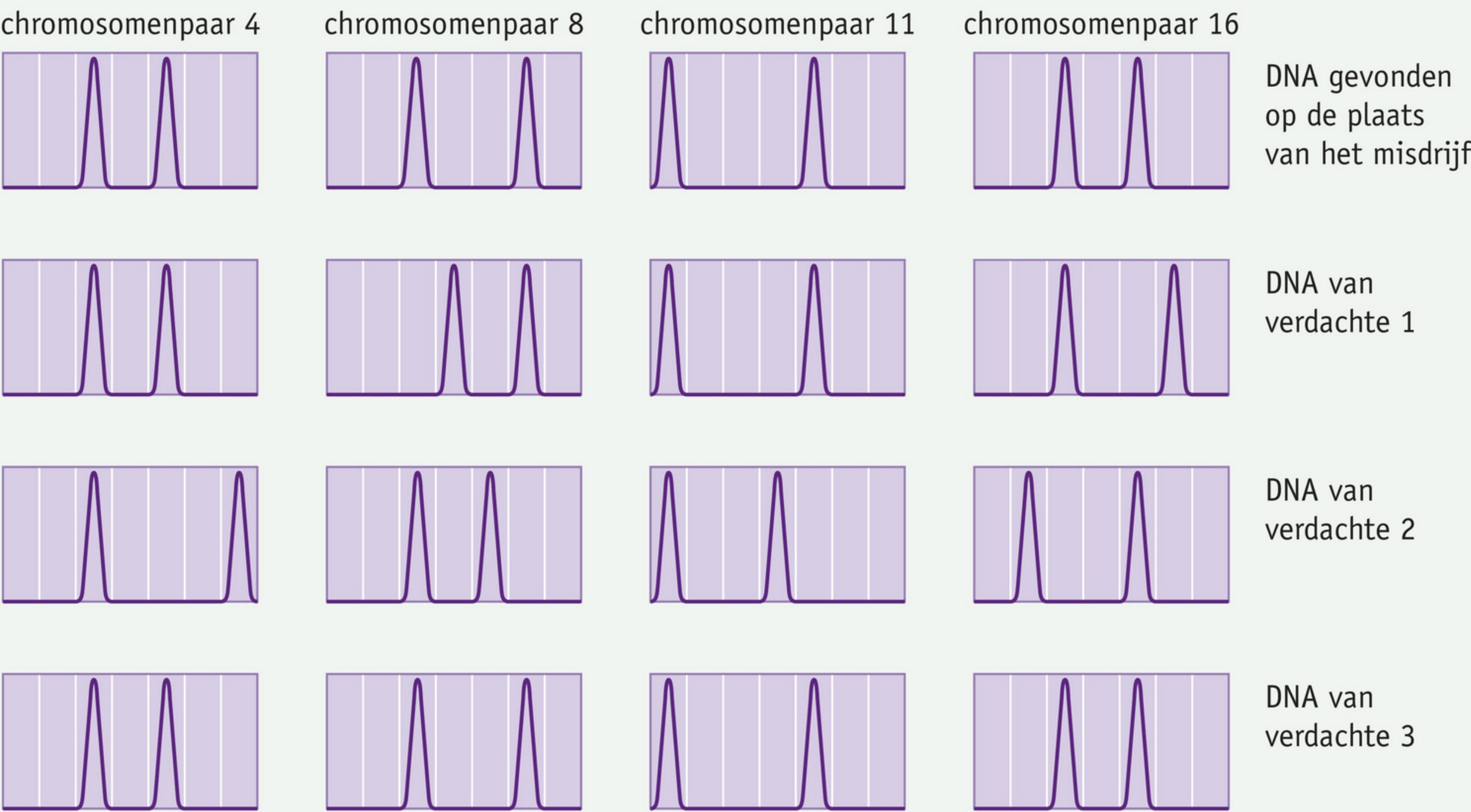
Met een **DNA-test** wordt het DNA van een organisme in kaart gebracht, of een deel van het DNA. DNA-testen zijn steeds goedkoper, sneller en nauwkeuriger geworden. Daardoor spelen DNA-testen nu bijvoorbeeld een belangrijkere rol bij de misdaadbestrijding. Ieder mens heeft zijn eigen, unieke DNA. Als op de plaats van een misdrijf huidschilfers, haren, sperma of bloedsporen worden aangetroffen, kan het DNA uit de cellen hiervan worden onderzocht. Op deze manier kan uit een groep verdachten de werkelijke dader worden ontmaskerd.

▼ Afb. 53

Discokiller loopt tegen de lamp dankzij DNA-test

Tegen een 52-jarige man is levenslange gevangenisstraf geëist. Hij wordt verdacht van de moord op vijf vrouwen in de jaren tachtig. De verdachte kreeg de bijnaam ‘discokiller’ omdat hij slachtoffers oppikte die stonden te liften na een discobezoek. De man liep na achttien jaar tegen de lamp door een DNA-test die hij moest ondergaan na een inbraak. Het DNA van de 52-jarige man bleek overeen te komen

met DNA-sporen die in de jaren tachtig op de plaats van de moorden waren gevonden. In de afbeelding kun je dat zien. Je ziet DNA afkomstig van vier chromosomenparen. Als de pieken van de verdachte op dezelfde plaats staan als de pieken van het DNA dat op de plaats van het misdrijf is aangetroffen, dan heeft deze verdachte wat uit te leggen.



Met DNA-testen kunnen ook erfelijke ziekten worden opgespoord. Verder kan door DNA-testen evolutionaire verwantschap tussen soorten worden aangetoond of een nieuwe soort ontdekt worden. In afbeelding 16 heb je gelezen dat met een DNA-verwantschapstest onderzocht kan worden of een man de biologische vader is van een bepaald kind. Je hebt gelezen dat ook bij genomicsselectie in de veeteelt DNA-testen worden gebruikt. Een biotechnologisch analist werkt op een laboratorium onder andere aan DNA-testen (zie afb. 54).

WB OPDRACHT 27 EN 28 BLZ. 26

▼ Afb. 54

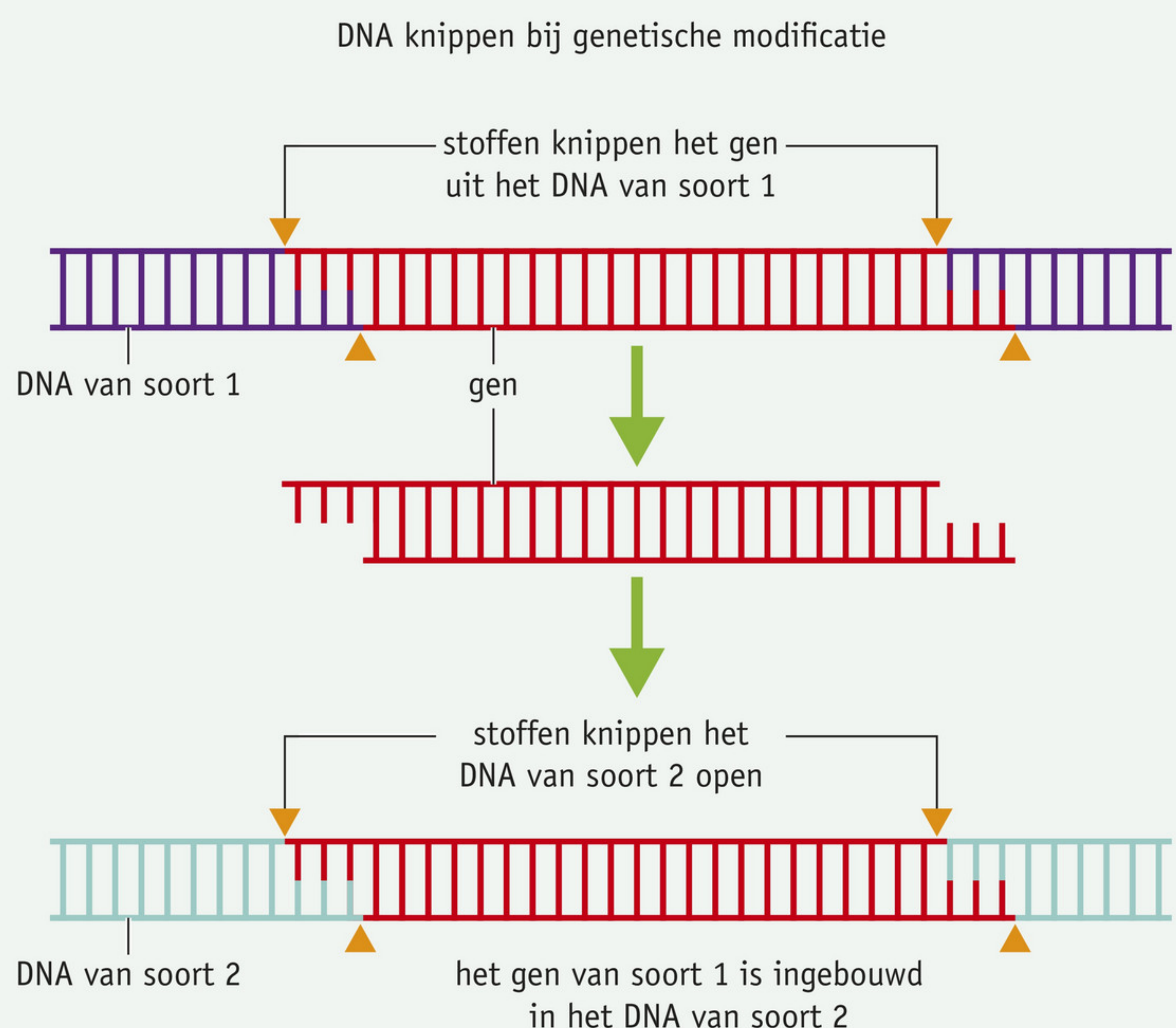
Biotechnologisch analist

‘Hallo, ik ben Linde. Ik werk als biotechnologisch analist op een modern laboratorium van een onderzoeksinstituut. In ons vak worden moleculaire DNA-technieken steeds belangrijker. Bijvoorbeeld DNA isoleren. Daarbij wordt het DNA uit de cellen van bloed of wangslimvlies gehaald.

Een andere techniek is DNA ‘knippen’. Bij deze techniek gebruiken we speciale stoffen. Deze stoffen breken het DNA van een chromosoom telkens op een bepaalde plaats open. Bijvoorbeeld bij genetische modificatie

(zie de tekening). De stoffen knippen dan het DNA van een gen open. Het gen van soort 1 komt zo los te liggen van het DNA van deze soort. Als het DNA van soort 2 ook is opengeknipt, kan het gen van soort 1 ingebouwd (of geplakt) worden in soort 2.

DNA-knippen is een moderne techniek die ik geleerd heb op de mbo-opleiding biotechnologisch analist. Deze techniek wordt steeds meer gebruikt. Ook bij allerlei DNA-testen wordt bijvoorbeeld DNA geknipt.’



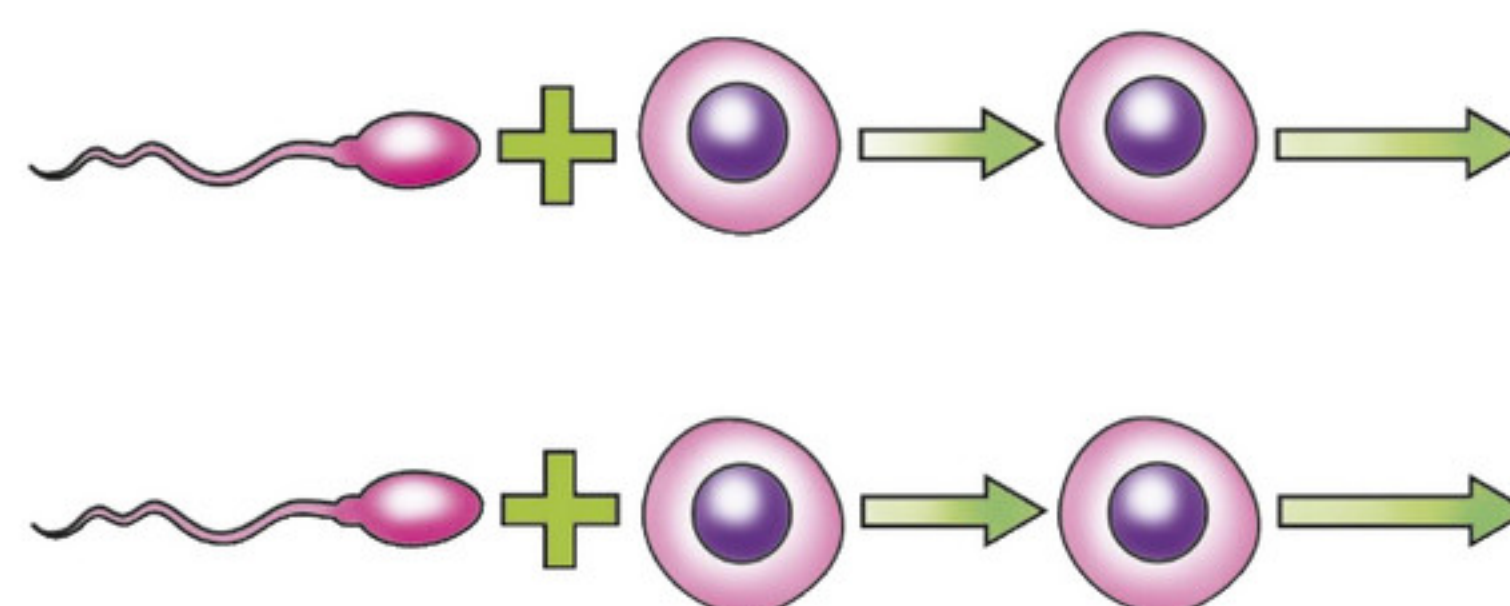
8 Tweelingen

In thema 4 Voortplanting heb je geleerd dat bij de ovulatie meestal één eicel vrijkomt uit een eierstok. Maar soms komen er bij de ovulatie twee eicellen vrij. Elk van deze eicellen kan worden bevrucht door een zaadcel. Uit beide bevruchte eicellen kunnen klompjes cellen ontstaan die zich innestelen in het baarmoederslijmvlies. Er ontwikkelt zich dan een tweeling. Omdat deze tweeling is ontstaan uit twee bevruchte eicellen spreken we van een twee-eiige tweeling (zie afbeelding 55.1).

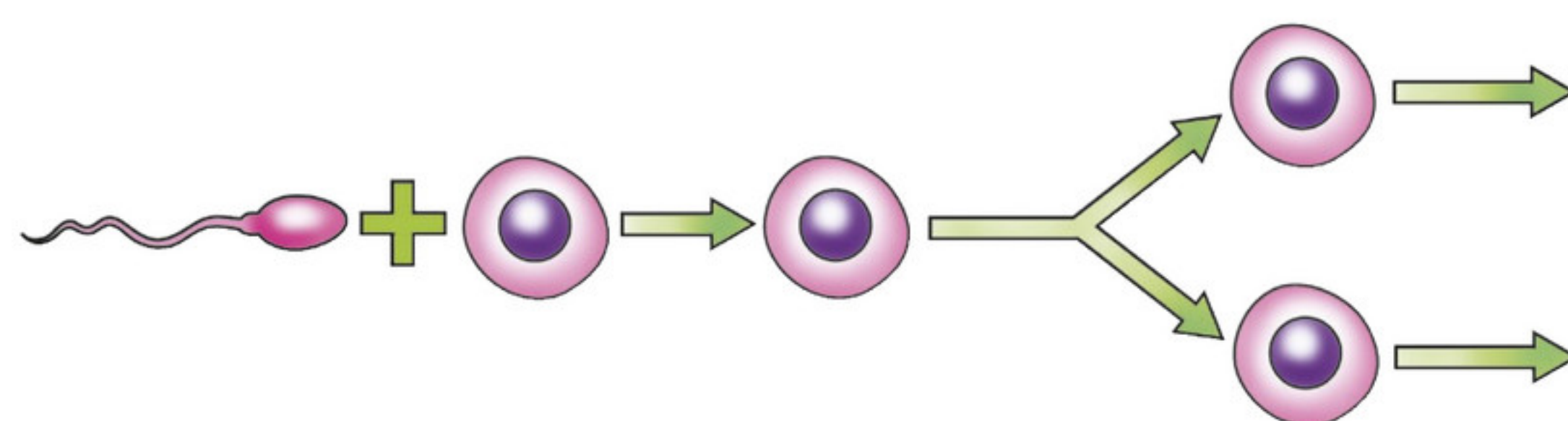
Een tweeling kan ook ontstaan uit één bevruchte eicel. Tijdens de eerste delingen van de bevruchte eicel raken de cellen van elkaar los. Er ontstaan dan twee klompjes cellen die zich innestelen in het baarmoederslijmvlies. Er ontwikkelt zich een eeneiige tweeling (zie afbeelding 55.2). Het komt ook voor dat er meer dan twee kinderen tegelijk worden geboren (zie afbeelding 56).

WB OPDRACHT 29 EN 30 BLZ. 28

► Afb. 55 Tweelingen.



1 twee-eiige tweeling



2 eeneiige tweeling



▼ Afb. 56

De vierling

De Vierling is een tv-serie over het dagelijks leven van een vierling. De tienermeiden Tessa, Esmé, Lisa en Bo lijken als vier druppels water op elkaar. Al hun hele leven worden ze nagekeken en als ware attractie beschouwd. In de schijnwerpers staan is hen dan ook niet vreemd. Maar jezelf elke dag op televisie zien in een eigen tv-serie is ook voor de meiden uit Hardenberg een nieuwe belevenis.

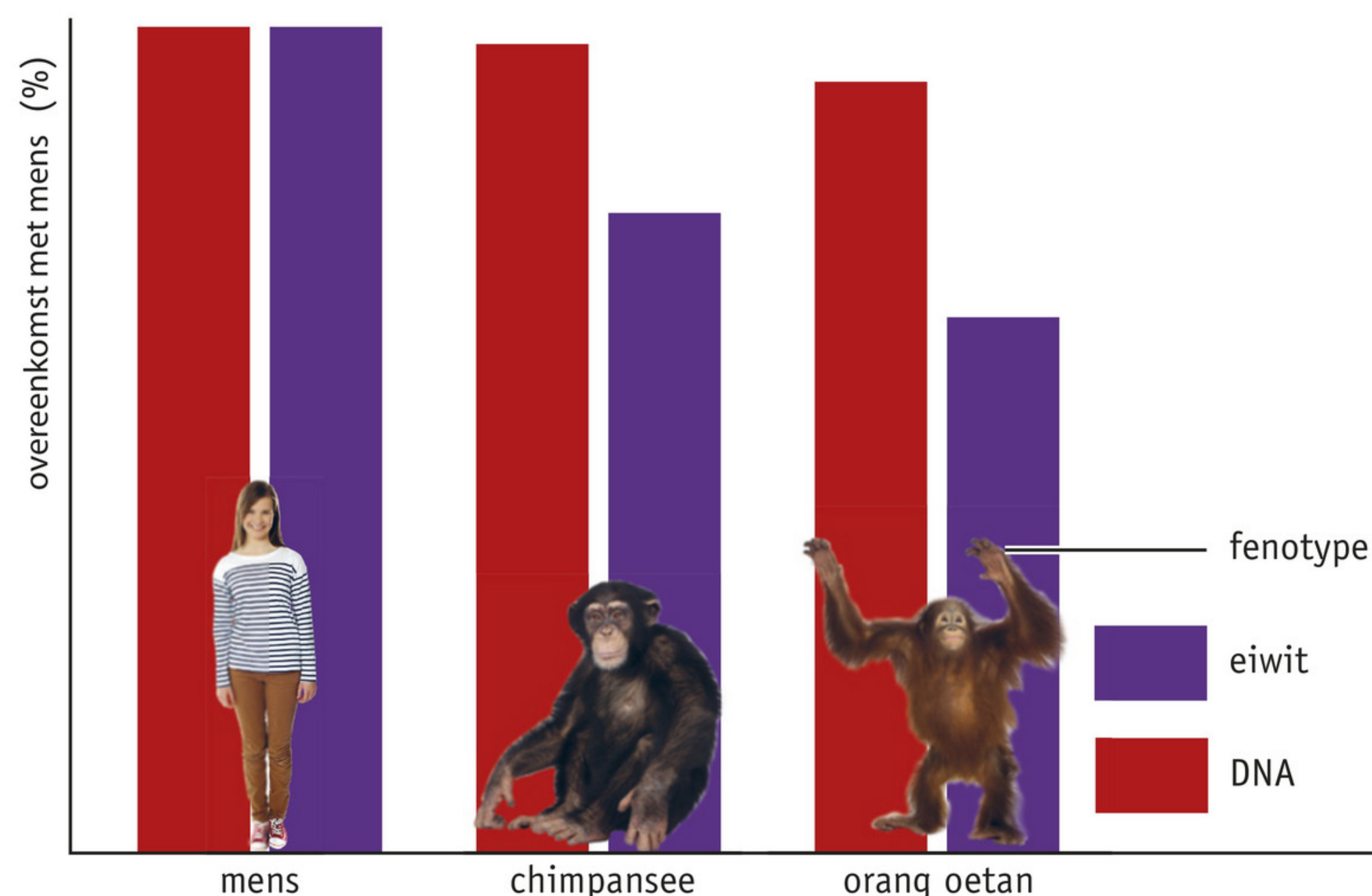


9 Argumenten voor de evolutietheorie

De laatste jaren kan de samenstelling van stoffen bij organismen steeds nauwkeuriger worden bepaald. Zo is bijvoorbeeld de samenstelling onderzocht van het DNA en van sommige eiwitten bij verschillende soorten organismen (zie afbeelding 57). Hieruit blijkt dat deze stoffen bij sommige soorten veel overeenkomst vertonen. Hoe meer deze stoffen bij twee soorten organismen overeenkomen, hoe aannemelijker het is dat deze soorten een gemeenschappelijke voorouder hebben.

Je hebt geleerd dat vanuit genen via eiwitten het fenotype zichtbaar wordt. Als het DNA van de genen en de eiwitten van twee soorten veel overeenkomst vertoont, zal ook het fenotype van deze soorten meestal veel overeenkomst vertonen. Overeenkomst in fenotype is bijvoorbeeld zichtbaar wanneer je de embryonale ontwikkeling en de bouw van organismen vergelijkt.

► Afb. 57

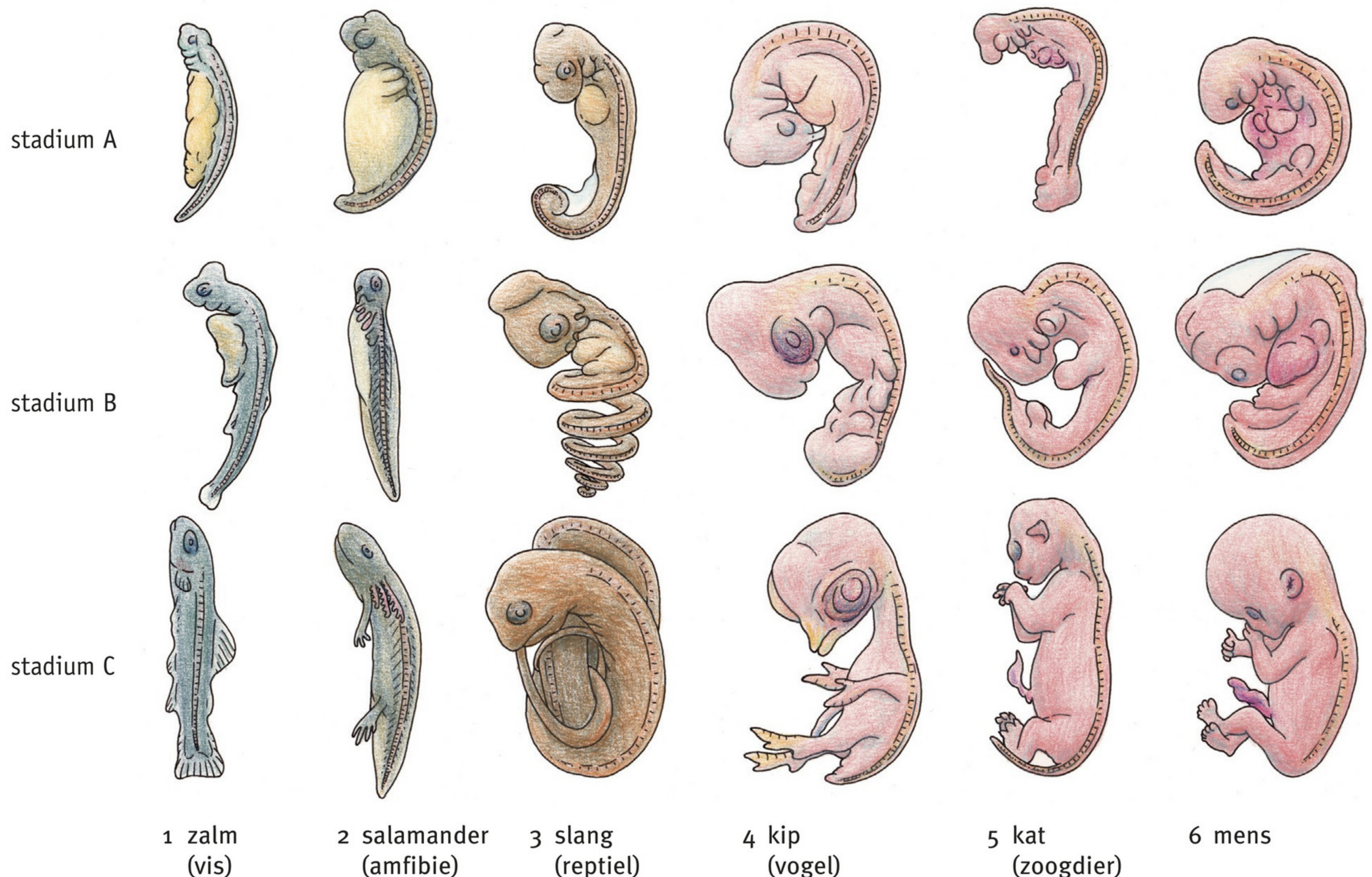


OVEREENKOMST IN EMBRYONALE ONTWIKKELING

Er bestaat overeenkomst in de embryonale ontwikkeling bij verschillende diersoorten. Vooral in het begin van de ontwikkeling lijken de embryo's sterk op elkaar, maar tijdens hun ontwikkeling gaan de embryo's steeds meer van elkaar verschillen.

In afbeelding 58 zijn steeds drie stadia uit de embryonale ontwikkeling van vijf gewervelde dieren en de mens getekend. De overeenkomst in de eerste stadia van de embryonale ontwikkeling maakt het aannemelijk dat deze gewervelden een gemeenschappelijke voorouder hebben.

▼ **Afb. 58** Drie stadia in de embryonale ontwikkeling bij gewervelden.

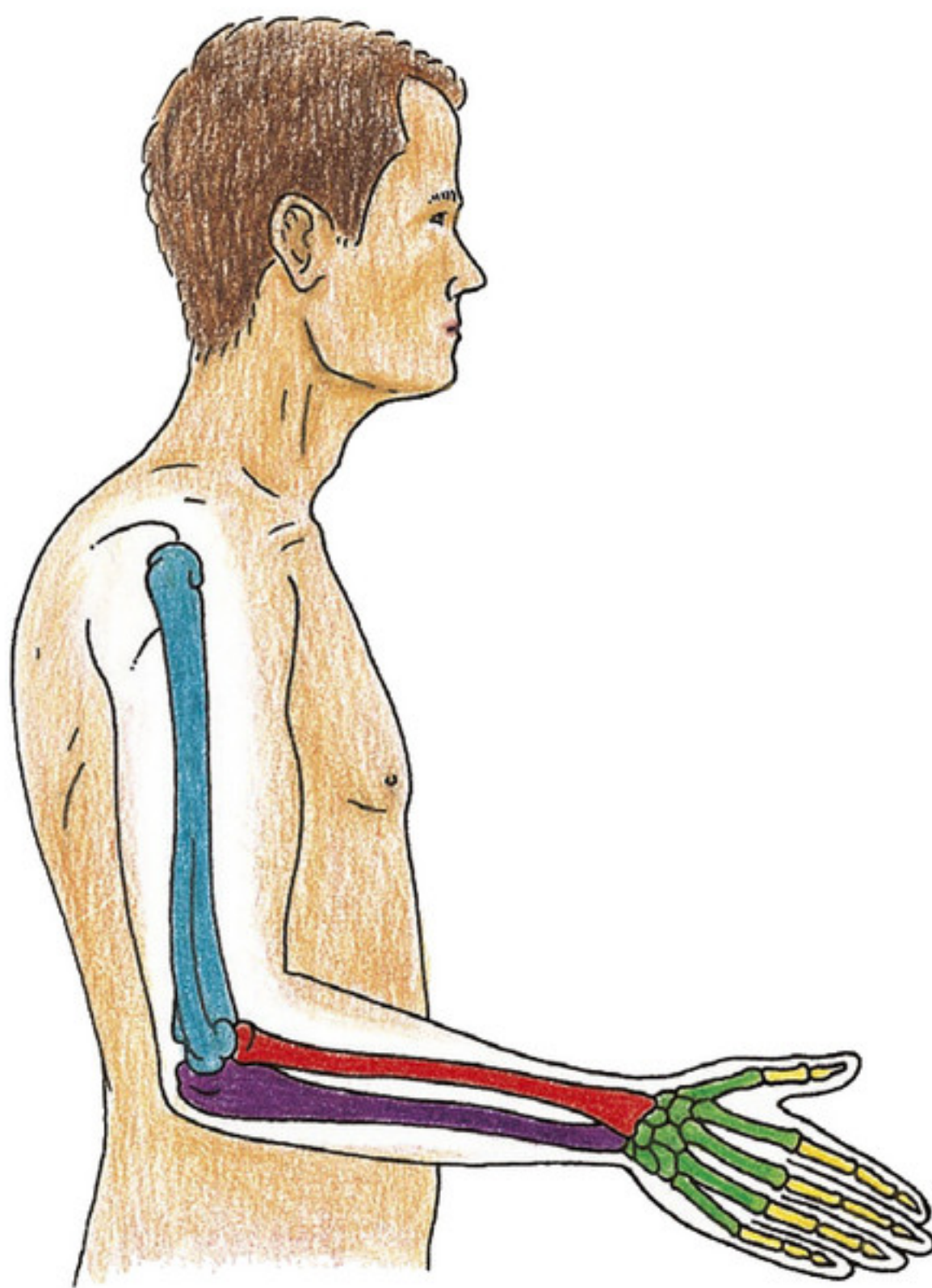


OVEREENKOMST IN BOUW

De arm van een mens, de vleugel van een arend, de voorpoot van een mol en de voorvin van een walrus hebben een verschillende functie. In afbeelding 59 zie je de skeletten van deze organen, met overeenkomstige beenderen in dezelfde kleur. Je ziet dat deze organen een grote overeenkomst in bouw vertonen. Waarschijnlijk zijn deze organen uit dezelfde grondvorm ontstaan. Deze dieren hebben dan ook waarschijnlijk een gemeenschappelijke voorouder. Door aanpassing aan verschillende milieus hebben de organen een verschillende functie gekregen.

WB OPDRACHT 31 T/M 33 BLZ. 30

▼ Afb. 59 Armskeletten.



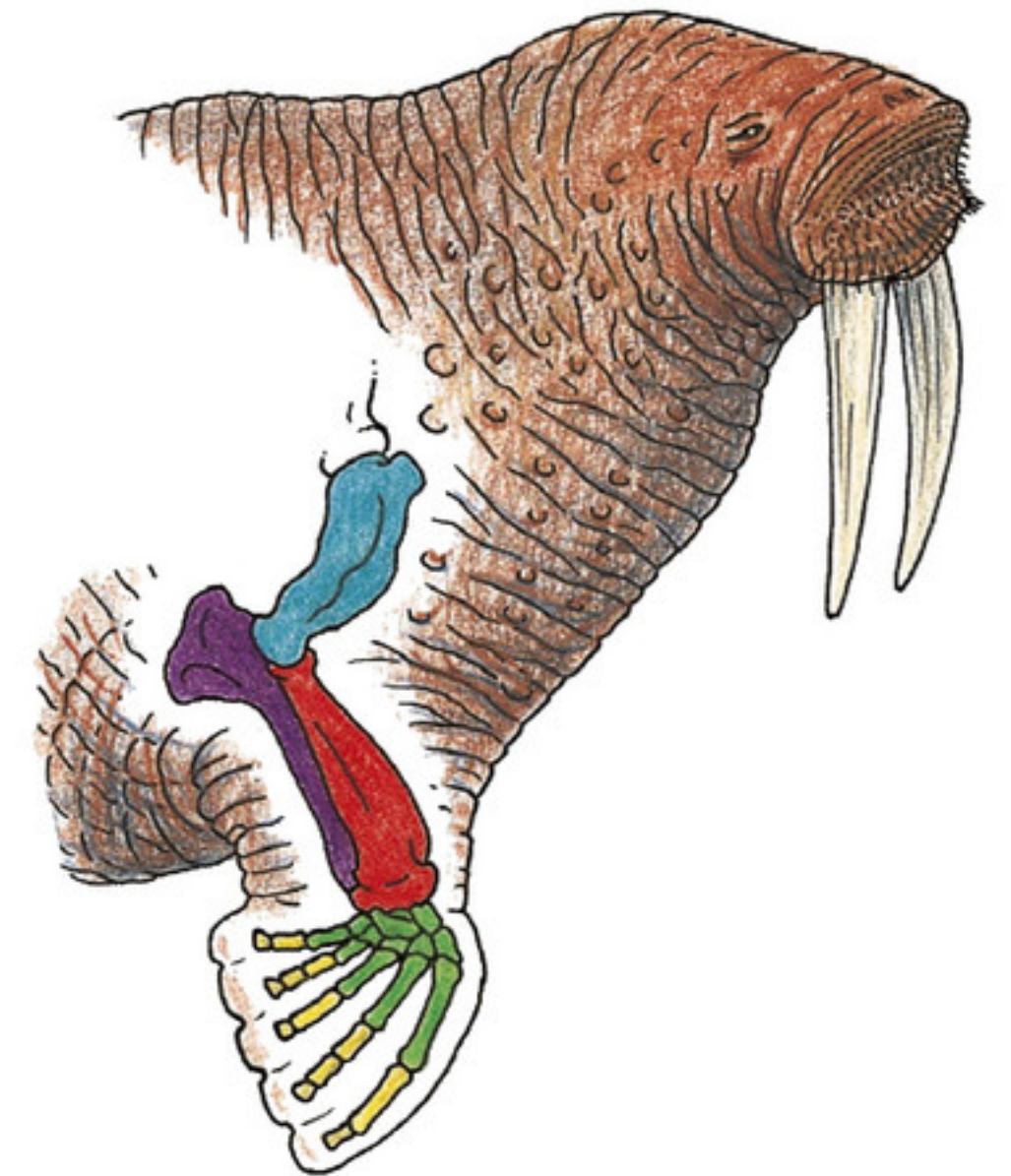
1 de arm van een mens



2 de vleugel van een arend



3 de voorpoot van een mol

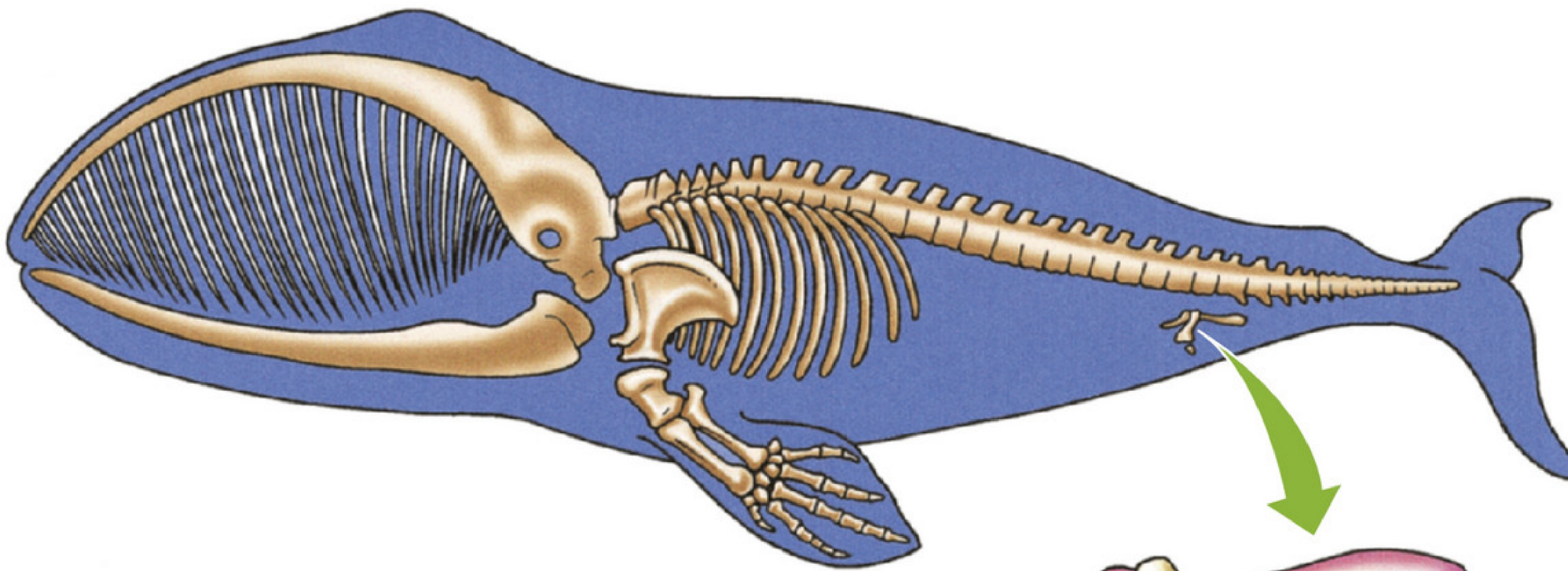


4 de voorvin van een walrus

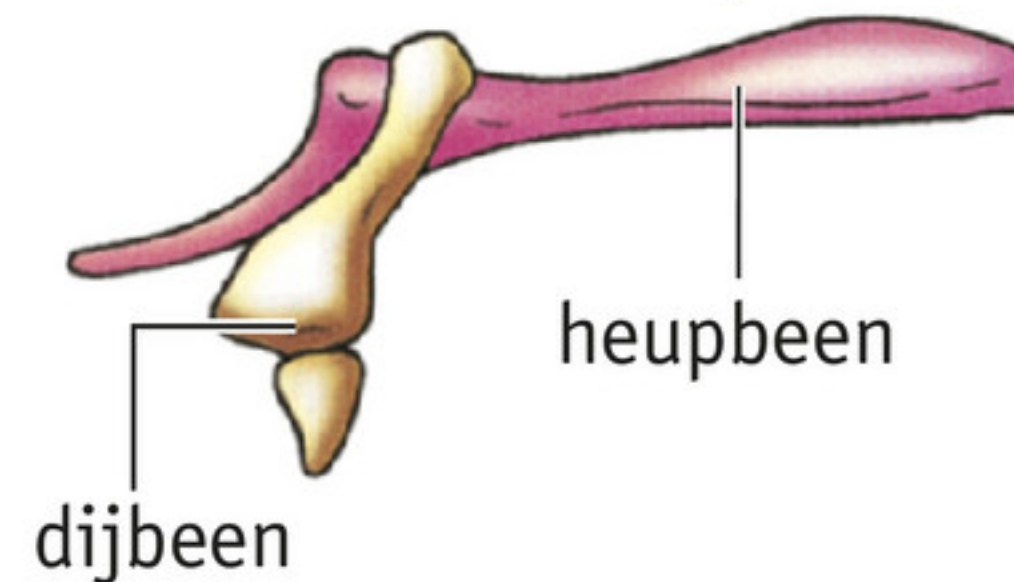
RUDIMENTAIRE ORGANEN

Door aanpassing aan het milieu kunnen bepaalde organen hun functie verliezen en niet of nauwelijks tot ontwikkeling komen. Deze organen kunnen dan in de loop van de evolutie verdwijnen. Denk bijvoorbeeld aan de achterpoten bij walvissen en de poten bij slangen (zie afbeelding 60). Soms zijn nog 'resten' van deze organen bij een organisme terug te vinden. We noemen dat **rudimentaire organen** of **rudimenten**.

▼ Afb. 60 Rudimentaire organen.

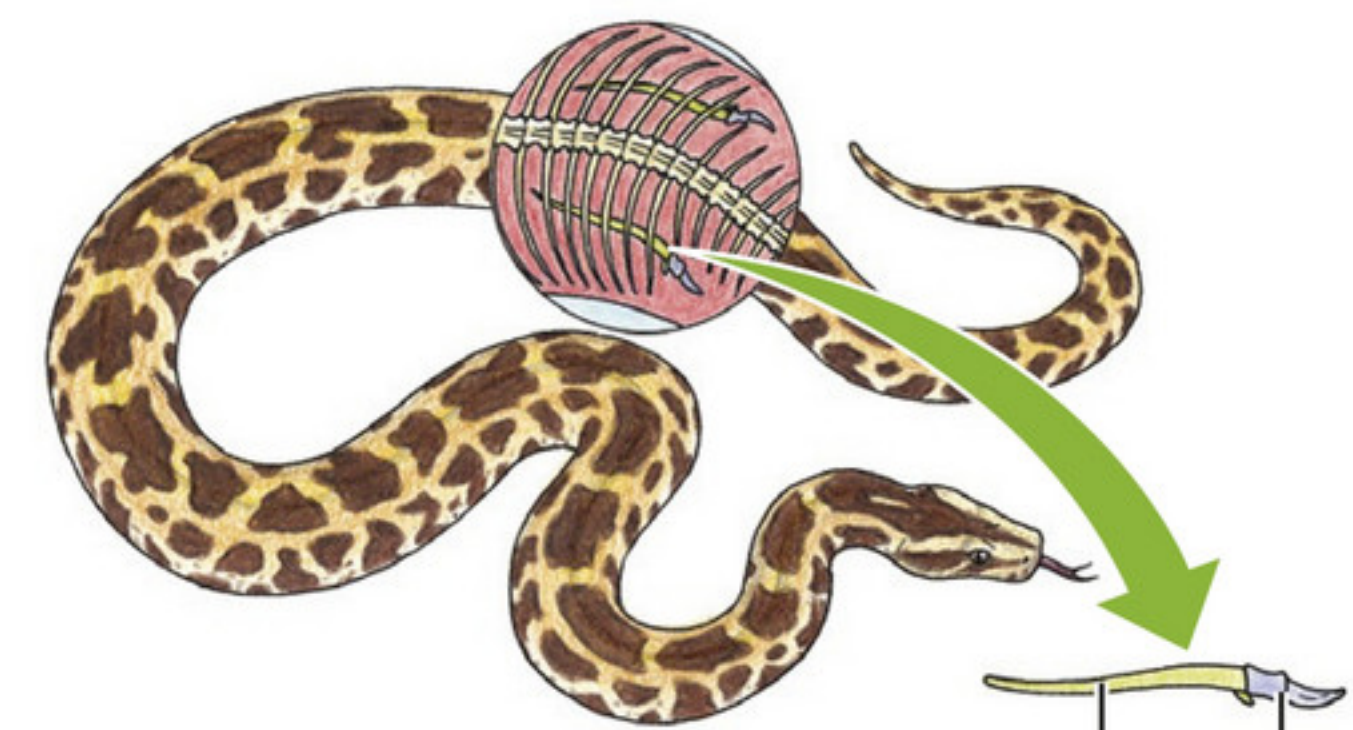


1 walvis met rudimentair bekken



dijbeen

heupbeen



2 python met rudimentaire poten

heupbeen

dijbeen

In afbeelding 61 zie je vier rudimenten bij de mens. Rudimenten maken het aannemelijk dat verschillende soorten organismen een gemeenschappelijke voorouder hebben.

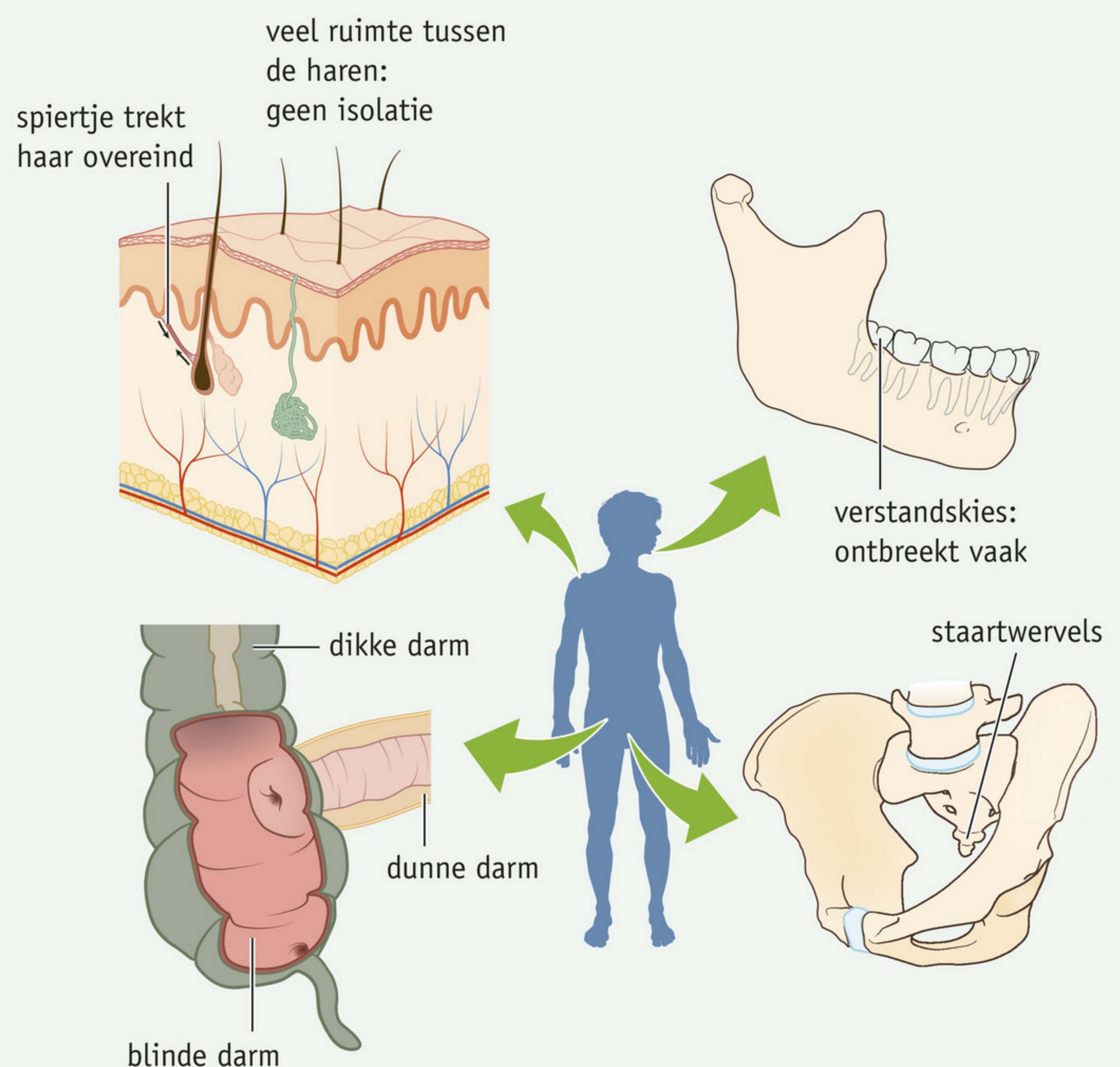
Ook overeenkomst in processen als **celdeling** maakt het aannemelijk dat verschillende soorten organismen een gemeenschappelijke voorouder hebben.

WB OPDRACHT 34 BLZ. 31

▼ Afb. 61

Rudimenten bij de mens

Bij de mens zijn de staartwervels en de blindedarm rudimentair (zie de afbeelding). Bij veel plantenetende zoogdieren is de blindedarm veel langer. Bij deze dieren heeft de blindedarm een functie bij de vertering van het plantaardige voedsel. Bij de mens heeft de blindedarm deze functie niet meer. Verstandskiezen vergrootten bij onze voorouders de overlevingskans. Een grote kaak en veel kiezen kwamen immers goed van pas bij moeilijk te verteren en onbewerkt voedsel. Onze kaken zijn nu kleiner en verstandskiezen zijn niet meer nodig. Kippenvel was lang geleden, toen onze voorouders nog een vacht hadden, enorm handig. Kippenvel heeft bij ons nauwelijks nog een functie.



Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet de kenmerken van chromosomen kunnen noemen.

- Chromosomen zijn dunne ‘draden’ in elke celkern.
 - In deze draden komt de stof DNA voor.
 - De stof DNA bevat de informatie voor erfelijke eigenschappen.
 - Elke celkern bevat de complete informatie voor alle erfelijke eigenschappen van een organisme.
- Elke soort heeft een vast aantal chromosomen in elke celkern.
 - Bij een mens bevat de kern van elke lichaamscel 46 chromosomen.
- In lichaamscellen komen de chromosomen in paren voor.
 - De twee chromosomen van een paar zijn aan elkaar gelijk.
 - Bij een mens bevat de kern van elke lichaamscel 23 paren chromosomen.
- In geslachtscellen (eicellen en zaadcellen) komen de chromosomen enkelvoudig voor.
 - Bij een mens bevat de kern van elke geslachtscel 23 chromosomen.

DOELSTELLING 2

Je moet kunnen omschrijven wat een genotype, fenotype, gen en eiwit zijn.

- Genotype: de informatie voor de erfelijke eigenschappen van een organisme.
 - Deze informatie ligt in de chromosomen in de kern van elke lichaamscel.
 - Alle genen in een celkern samen vormen het genotype.
 - Het genotype van een organisme komt tot stand op het moment van bevruchting.
- Fenotype: het uiterlijk (de zichtbare eigenschappen) van een organisme.
 - Het fenotype komt tot stand door het genotype en door invloeden uit het milieu.
- Gen: een deel van een chromosoom dat de informatie bevat voor één erfelijke eigenschap.
 - Een gen bevat de informatie voor het maken van een bepaald eiwit.
 - Door eiwitten wordt het fenotype zichtbaar. Bijvoorbeeld: door oogkleur-eiwitten wordt de oogkleur zichtbaar in het fenotype.
 - Genen kunnen *aan* en *uit* staan.
 - Als een gen *aan* staat, wordt een bepaald eiwit gemaakt.

- Een chromosoom bevat veel genen.
 - In lichaamscellen komen genen in paren voor.
 - In geslachtscellen komen genen enkelvoudig voor.

DOELSTELLING 3

Je moet kunnen omschrijven dat variatie in genotypen ontstaat door geslachtelijke voortplanting en mutaties.

- In lichaamscellen bevatten de twee genen van een genenpaar informatie voor dezelfde erfelijke eigenschap.
 - Deze informatie kan gelijk of ongelijk zijn.
 - Bijvoorbeeld: het genenpaar voor de haarvorm kan informatie bevatten voor steil haar en/of voor krullend haar.
- Bij de vorming van geslachtscellen komt van elk genenpaar één gen in een geslachtscel terecht.
 - Hierdoor komen bij geslachtscellen veel verschillende genotypen voor.
- Bij geslachtelijke voortplanting versmelten twee geslachtscellen.
 - Welke geslachtscellen bij bevruchting versmelten, is afhankelijk van het toeval.
 - Bij geslachtelijke voortplanting ontstaan nieuwe genotypen in de nakomelingen (variatie in genotypen).
- Mutatie: een plotselinge verandering van het genotype.
 - Mutant: een organisme waarbij een mutatie in het fenotype te zien is.
 - Door mutaties ontstaat variatie in genotypen.
- Mutaties komen vaker voor als je blootstaat aan mutagene invloeden:
 - straling (bijv. radioactieve straling, röntgenstraling of ultraviolette straling in zonlicht);
 - bepaalde chemische stoffen (bijv. stoffen in sigarettenrook, asbest).

DOELSTELLING 4

Je moet kunnen beschrijven hoe kanker ontstaat.

- Ontstaan van kanker: ergens in het lichaam gaat een cel zich ongeremd delen.
 - Oorzaak: waarschijnlijk door opgetreden mutaties in deze cel.
 - Er ontstaat een gezwel en de bouw van het weefsel wordt verstoord.
 - In dit stadium is genezing vaak nog mogelijk.
- Uitzaaiing: cellen van het eerste gezwel komen in het bloed of in de lymfe terecht.
 - Deze cellen veroorzaken in andere organen nieuwe gezwellen.
 - Door uitzaaiing wordt genezing heel moeilijk.

DOELSTELLING 5

Je moet kunnen beschrijven wat de evolutietheorie inhoudt.

- Evolutie is de ontwikkeling van het leven op aarde, waarbij soorten ontstaan, veranderen en/of verdwijnen.
 - De evolutietheorie gaat uit van veranderingen in genotypen, natuurlijke selectie en het ontstaan van nieuwe soorten.
- In de natuur treffen we voortdurend andere genotypen (en fenotypen) aan.
 - Nieuwe genotypen ontstaan door geslachtelijke voortplanting.
- Natuurlijke selectie.
 - Individuen met een betere aanpassing aan het milieu hebben een grotere overlevingskans.
 - Van organismen met een gunstig genotype zullen veel nakomelingen in leven blijven en zich voortplanten.
 - Soorten veranderen als door natuurlijke selectie organismen met een nieuwe, afwijkende vorm blijven voortbestaan en organismen met de oorspronkelijke vorm uitsterven.
- Het ontstaan van nieuwe soorten.
 - Een groep organismen van één soort raakt geïsoleerd (gescheiden) van de rest van de soort.
 - Beide groepen ontwikkelen zich langdurig gescheiden in verschillende milieus.
 - Na verloop van miljoenen jaren zijn er zo veel verschillen ontstaan dat organismen van de twee groepen zich niet meer onderling kunnen voortplanten. Er zijn twee soorten ontstaan.

DOELSTELLING 6

Je moet kunnen omschrijven wat fossielen hebben bijgedragen aan de evolutietheorie.

- Fossielen: versteende overblijfselen van organismen, of afdrukken van organismen in gesteenten.
 - Fossielen ontstaan als resten van organismen van de lucht worden afgesloten door een laag zand of klei. Hierdoor vergaan de resten niet.
 - Harde delen van organismen fossiliseren beter dan zachte delen.
 - Uit fossielen van delen van organismen wordt soms een reconstructie gemaakt van het hele organisme.
 - Uit gevonden fossielen blijkt dat in de loop van de evolutie soorten zijn ontstaan, veranderd en/of verdwenen.

DOELSTELLING 7

Je moet een geologische tijdschaal kunnen aflezen.

- In een geologische tijdschaal is de tijd sinds het ontstaan van de aarde weergegeven.
 - Een geologische tijdschaal is verdeeld in tijdperken.
 - Elk tijdperk is onderverdeeld in perioden.
- In een geologische tijdschaal geven getallen de tijd aan in miljoenen jaren geleden.

DOELSTELLING 8

Je moet een stamboom van organismen kunnen aflezen.

- Soorten vertonen verwantschap als ze een gemeenschappelijke voorouder bezitten.
- Uit een stamboom van organismen is af te lezen:
 - waaruit groepen organismen zich hebben ontwikkeld;
 - welke groepen veel en welke weinig verwantschap vertonen.

DOELSTELLING 9

Je moet voorbeelden van toepassingen van biotechnologie kunnen noemen.

- Biotechnologie: een verzamelnaam voor technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten te vervaardigen voor de mens.
 - Biotechnologie wordt toegepast bij de productie van voedingsmiddelen, geneesmiddelen, hormonen en enzymen.
- Voorbeelden van biotechnologie waarbij de erfelijke eigenschappen van organismen niet worden veranderd:
 - gisten worden gebruikt bij de productie van brood, bier en wijn;
 - bacteriën worden gebruikt bij de productie van yoghurt en zuurkool.
- Genetische modificatie: de mens verandert de erfelijke eigenschappen van andere soorten organismen.
- Recombinant-DNA-technieken: in het DNA van een organisme wordt nieuwe erfelijke informatie aangebracht (bijvoorbeeld DNA afkomstig van een ander soort organisme).
 - De veranderde organismen kunnen voor de mens nieuwe of goedkopere voedingsmiddelen, geneesmiddelen, hormonen of enzymen produceren.
 - Voorbeeld: bacteriën kunnen het hormoon insuline produceren, nadat het gen van de mens voor de productie van insuline is ingebracht in de bacteriën.

- Klonen: een kunstmatige wijze van voortplanting van organismen, waarbij de nakomelingen alle hetzelfde genotype hebben als het organisme dat gekloond wordt.
 - Klonen is een vorm van ongeslachtelijke voortplanting.
 - Klonen van dieren is mogelijk door bijvoorbeeld celkerntransplantatie.
 - Celkerntransplantatie: de celkern van een lichaamscel wordt getransplanteerd naar een eicel waaruit van tevoren de kern is weggehaald. Uit de eicel ontstaat een klompje cellen, dat in de baarmoeder van een draagmoeder wordt ingebracht en kan uitgroeien tot een nakomeling.
- Genomics: de studie van het gehele DNA van een organisme (of een groot deel ervan) met alle genen die daarop liggen.
 - In de veeteelt worden fokstierkalfjes met een gunstig genotype geselecteerd, die dan direct op geslachtsrijpe leeftijd ingezet kunnen worden als fokstier.
- DNA-testen worden bijvoorbeeld gebruikt om verwantschap van familieleden aan te tonen of om misdadigers of erfelijke ziekten op te sporen.

EXTRA DOELSTELLING 10

Je moet kunnen beschrijven hoe een twee-eiige tweeling en hoe een eeneiige tweeling ontstaat.

- Een twee-eiige tweeling ontstaat als twee eicellen worden bevrucht.
 - Bij de bevruchting zijn twee zaadcellen betrokken.
 - Een twee-eiige tweeling kan van hetzelfde geslacht zijn, maar kan ook van verschillend geslacht zijn.
- Een eeneiige tweeling ontstaat uit één bevruchte eicel.
 - Bij de bevruchting is één zaadcel betrokken.
 - Tijdens de eerste delingen van de bevruchte eicel laten cellen van elkaar los.
 - Een eeneiige tweeling is altijd van hetzelfde geslacht.

EXTRA DOELSTELLING 11

Je moet kunnen omschrijven wat overeenkomsten bij verschillende soorten organismen hebben bijgedragen aan de evolutietheorie.

- Overeenkomst in DNA, eiwit en fenotype.
 - Hoe meer DNA, eiwit en fenotype van twee soorten overeenkomen, hoe aannemelijker het is dat deze soorten een gemeenschappelijke voorouder hebben.
 - Door aanpassing aan het milieu zijn de verschillen in genotypen en fenotypen ontstaan.
- Overeenkomst in fenotypen.
 - Overeenkomst in bouw. Organen met verschillende functie kunnen veel overeenkomst in bouw vertonen. Voorbeelden: de vleugel van een vleermuis, de voorvin van een walrus, de voorpoot van een mol en de arm van een mens.
 - Overeenkomst in embryonale ontwikkeling. De embryonale ontwikkeling van verschillende soorten dieren vertoont overeenkomst.
 - Rudimentaire organen: organen die geen functie meer hebben en niet of nauwelijks tot ontwikkeling komen. Voorbeelden van rudimenten: het bekken bij een walvis, de pootresten bij een reuzenslang, de staartwervels en de blindedarm bij de mens. Bij verwante soorten komen deze organen wel tot volledige ontwikkeling.
- Overeenkomst in processen (bijv. celdeling).

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

BASISSTOF

- Je hebt geleerd chromosomen en genen in een cel schematisch weer te geven.
- Je hebt geoefend in het halen van informatie uit krantenartikelen.

EXTRA BASISSTOF

- Je hebt geoefend in het halen van informatie uit artikelen.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een bio-informaticus en een biotechnologisch analist.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Welke stof in een celkern bevat de informatie voor erfelijke eigenschappen?
- 2 Komen in een levercel van een vrouw de chromosomen enkelvoudig voor of in paren?
- 3 Hoeveel chromosomen bevat de kern van een huidcel van een man?
- 4 Hoeveel chromosomen bevat de kern van een zaadcel van een man?

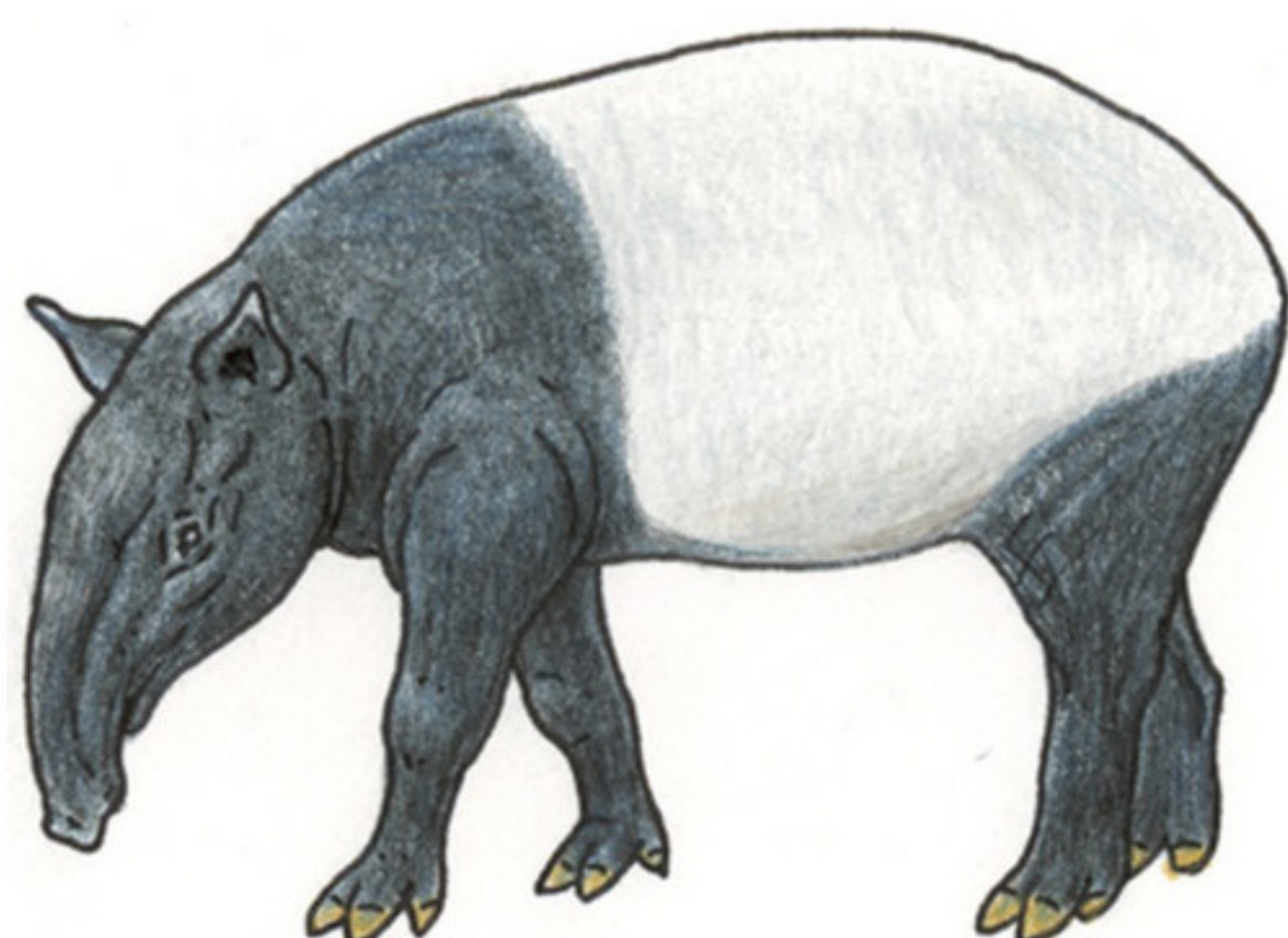
Bij de mens is de oogkleur een erfelijke eigenschap. Over deze eigenschap gaan vraag 5 en 6.

- 5 Bevatten de chromosomen in de cellen van je ogen de informatie voor je oogkleur?
- 6 En bevatten de chromosomen in de cellen van je maag de informatie voor je oogkleur?

In afbeelding 62 zie je een Maleisische tapir. De vorming van geslachtscellen verloopt op dezelfde wijze als bij de mens, alleen heeft de tapir 52 chromosomen in een lichaamscel.

- 7 Hoeveel chromosomen komen voor in de kern van een spiercel van dit dier?
- 8 Hoeveel chromosomen bevat een zaadcel van de Maleisische tapir?

▼ Afb. 62



DOELSTELLING 2

Noteer of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Een gen in een chromosoom maakt deel uit van het genotype van een organisme.
- 2 Het genotype van een mens komt tot stand bij de geboorte.
- 3 Een zichtbare eigenschap maakt deel uit van het fenotype van een organisme.
- 4 Het fenotype van een organisme ligt vast op het moment van bevruchting.
- 5 Het fenotype kan veranderen door invloeden uit het milieu.
- 6 Ieder chromosoom bevat één gen.
- 7 In een levercel komen de genen in paren voor.
- 8 Een eikel van een mens bevat 23 genen.

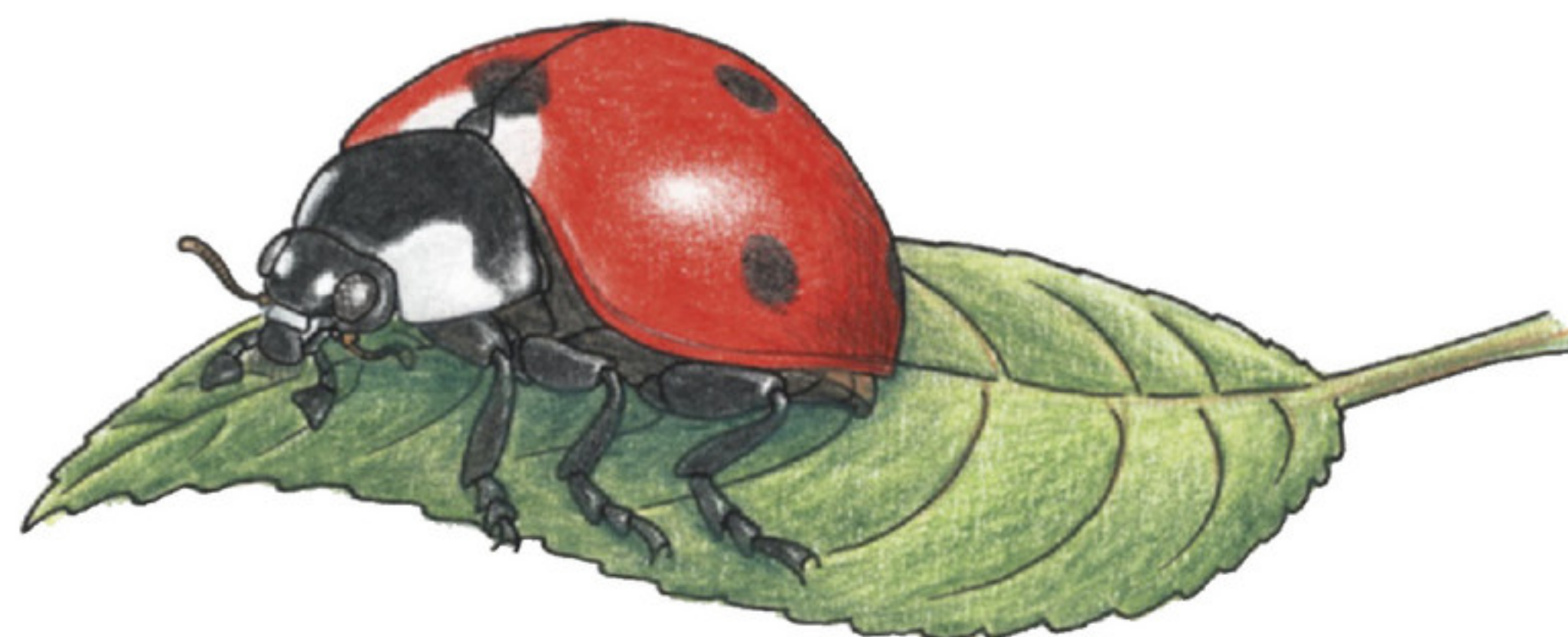
Bewering 9 en 10 gaan over afbeelding 63. In afbeelding 63.1 zie je een tekening van een larve van het lieveheersbeestje. Afbeelding 63.2 is een tekening van hetzelfde dier, enkele weken later. De larve is een volwassen dier geworden.

- 9 Larve en volwassen dier hebben hetzelfde fenotype.
- 10 Larve en volwassen dier hebben hetzelfde genotype.

▼ Afb. 63 Hetzelfde dier op twee momenten.



1 larve van het lieveheersbeestje



2 dezelfde larve heeft nu het volwassen stadium bereikt

DOELSTELLING 3

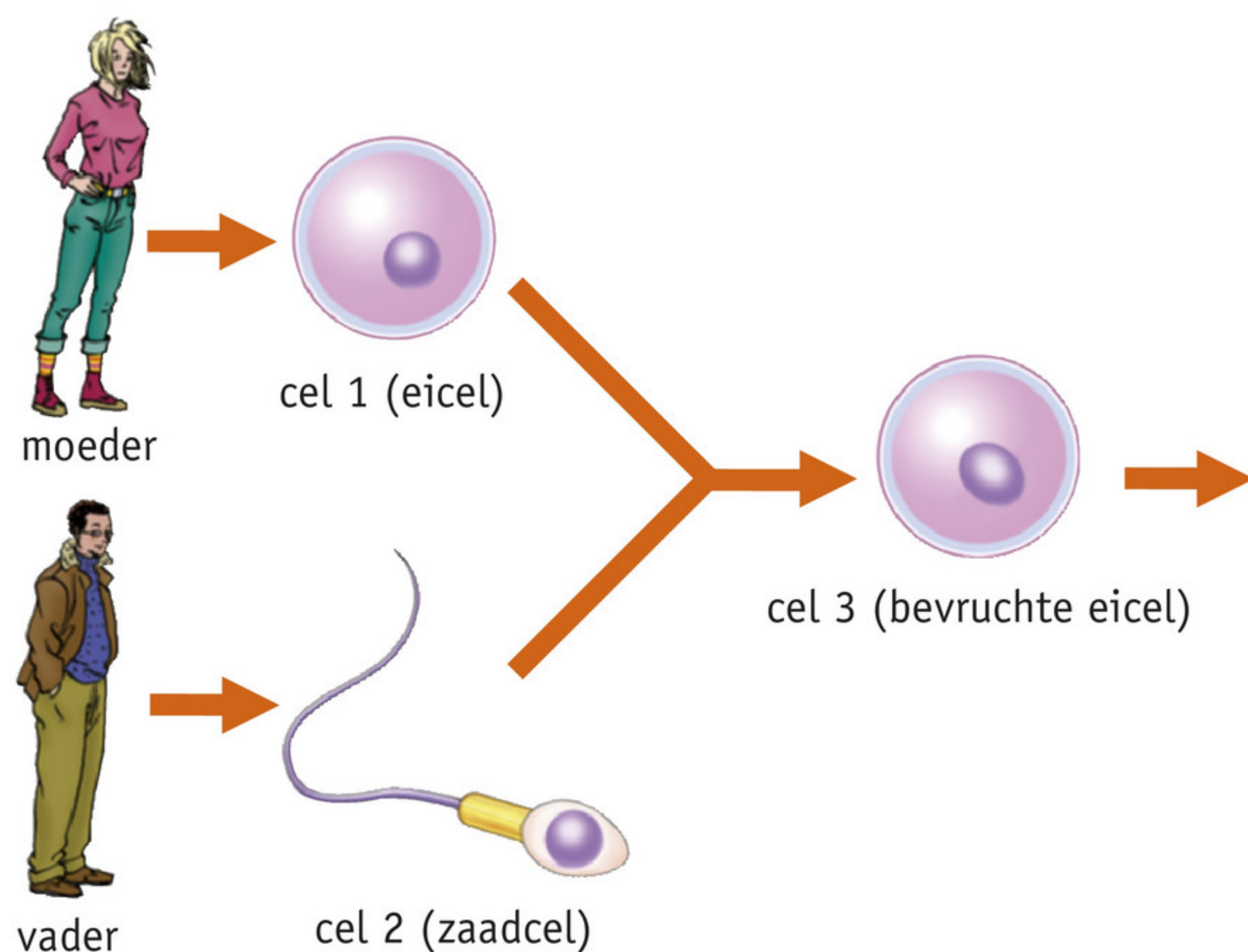
Beantwoord de volgende vragen met ja of nee.

- 1 Is de informatie in de twee genen van een genenpaar altijd gelijk?
- 2 Bij een bepaald type voortplanting versmelten geslachtscellen met elkaar. Ontstaat bij dit type voortplanting bij de nakomelingen variatie in genotypen?
- 3 Hebben alle zaadcellen van één man hetzelfde genotype?

In afbeelding 64 is een bevruchting schematisch weergegeven. Over deze afbeelding gaan vraag 4 en 5.

- 4 Is het genotype van cel 1 hetzelfde als het genotype van de moeder?
- 5 Heeft cel 3 hetzelfde genotype als cel 1?
- 6 Is een mutatie een verandering in het fenotype, veroorzaakt door milieufactoren?
- 7 Is een mutant een organisme waarbij een gemuteerd gen te zien is in het fenotype?
- 8 Komen mutaties vaker voor onder invloed van bepaalde stoffen in sigarettenrook?
- 9 Biedt langdurig zonnebaden bescherming tegen mutaties?

▼ Afb. 64

**DOELSTELLING 4**

Beantwoord de volgende vragen met ja of nee.

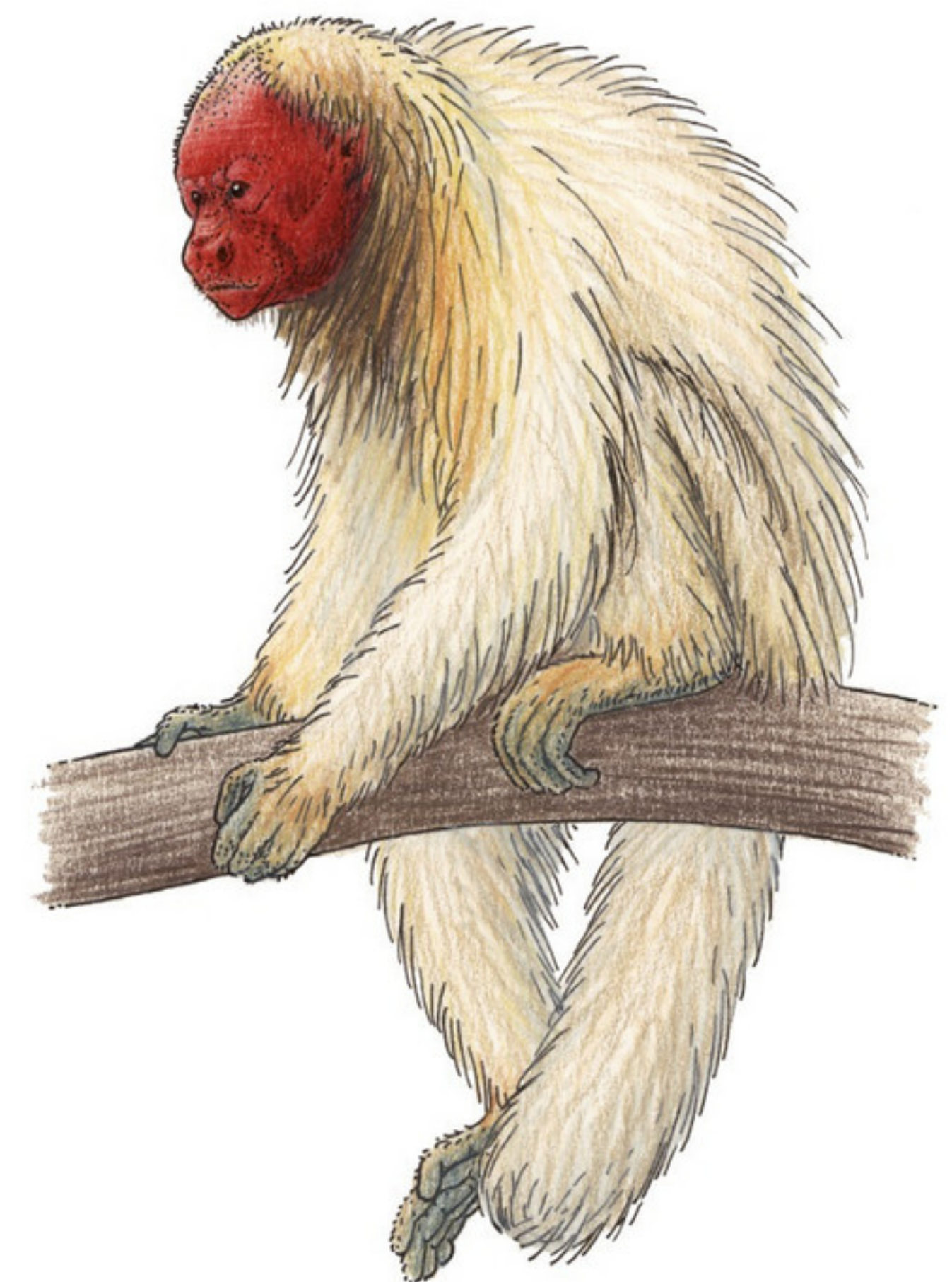
- 1 Wordt kanker veroorzaakt door mutaties?
- 2 Ontstaat uit een gezwel altijd kanker?
- 3 Bij sommige kankerpatiënten bevinden zich kankercellen in het bloed. Is bij deze kankerpatiënten dan vaak nog genezing mogelijk?

DOELSTELLING 5

Beantwoord de volgende tweekeuzevragen.

- 1 Is de ontwikkeling van bacteriën naar eencellige planten een voorbeeld van evolutie?
 - A Ja.
 - B Nee.
- 2 Als bij een soort veel verschillende genotypen voorkomen, heeft deze soort dan een grote of een kleine overlevingskans?
 - A Een grote overlevingskans.
 - B Een kleine overlevingskans.
- 3 Rode oakari's hebben een rood gezicht (zie afbeelding 65). Hoe feller rood het gezicht, hoe fitter het dier is. Zieke dieren hebben een bleek gezicht. De apen met het felst rode gezicht zijn het best in staat te overleven en krijgen de meeste nakomelingen. Is het verschijnsel dat rode oakari's met een fel rood gezicht meer nakomelingen krijgen dan die met een bleek gezicht een voorbeeld van natuurlijke selectie?
 - A Ja.
 - B Nee.

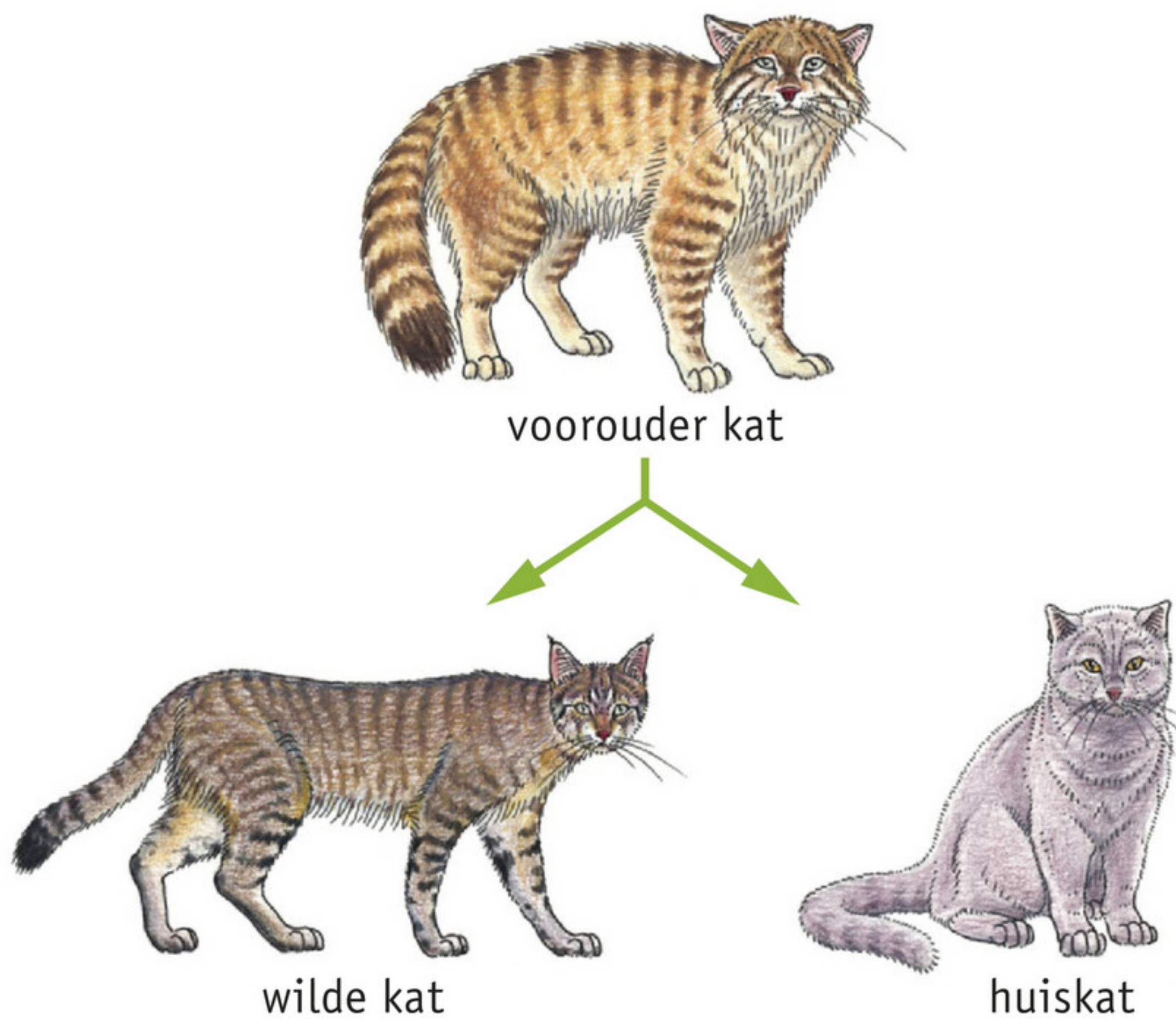
▼ Afb. 65 Rode oakari.



- 4 In afbeelding 66 is de evolutie van de wilde kat en de huiskat weergegeven. Hoe hebben de wilde kat en de huiskat zich uit een gemeenschappelijke voorouder kunnen ontwikkelen tot aparte soorten?

- A Doordat de wilde kat en de huiskat zich steeds samen bleven voortplanten.
- B Doordat de wilde kat en de huiskat zich langdurig gescheiden ontwikkelden.

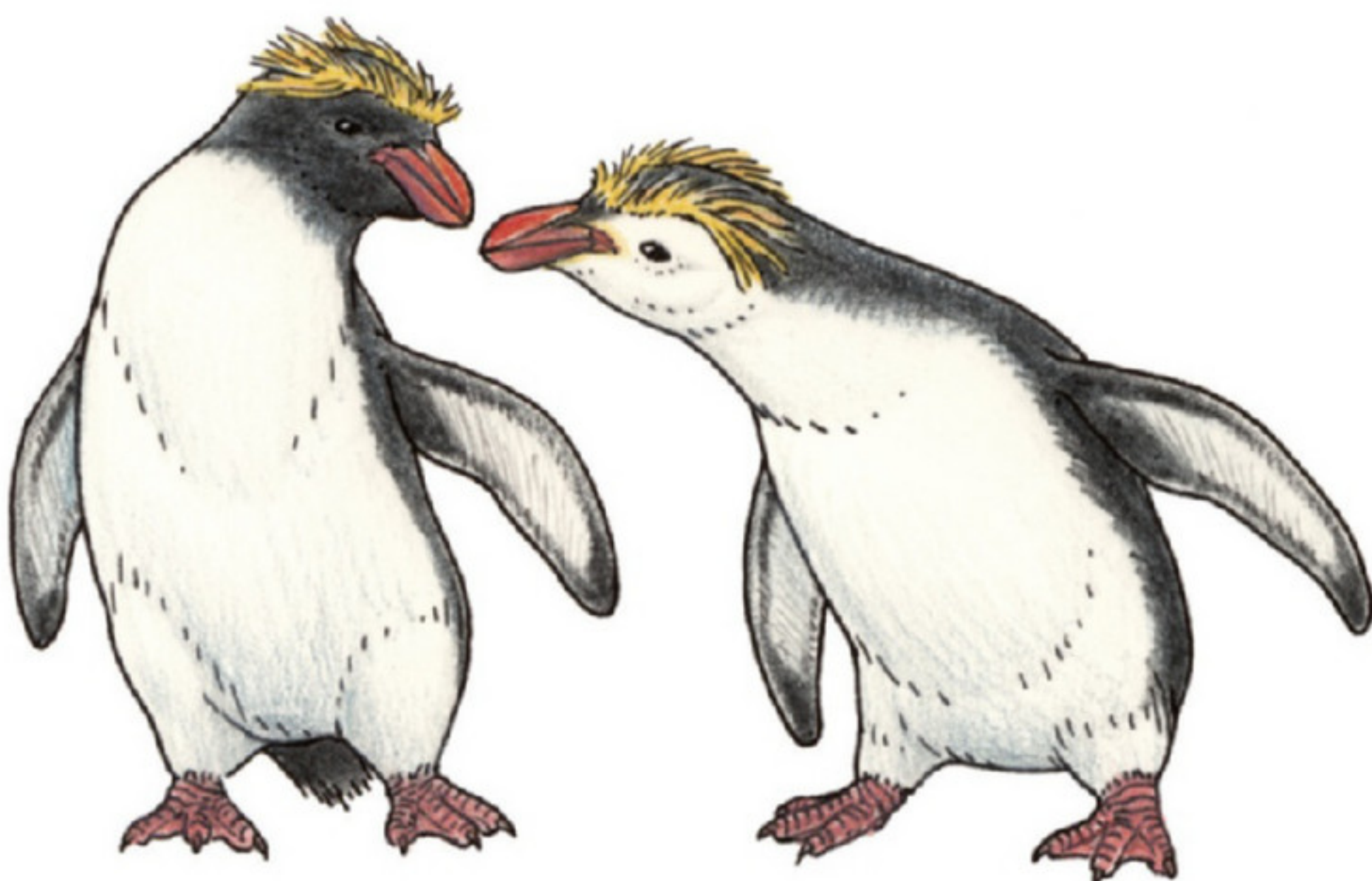
▼ Afb. 66



- 5 In het zuidpoolgebied leven twee typen kuifpinguïns die veel op elkaar lijken (zie afbeelding 67). Biologen denken dat type B is ontstaan uit type A. Vanaf welk moment is er sprake van twee verschillende soorten?

- A Vanaf het moment dat type B helemaal niet meer lijkt op type A.
- B Vanaf het moment dat type A en type B zich niet meer onderling kunnen voortplanten.

▼ Afb. 67 Kuifpinguïns.



1 type A (macaroni-pinguïn) 2 type B (Schlegels pinguïn)

DOELSTELLING 6

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In een museum bevinden zich een versteende pootafdruk en een versteend skelet van een dinosaurus. Welke van deze voorwerpen kun je een fossiel noemen?
 - A Geen van beide voorwerpen.
 - B Alleen de versteende pootafdruk.
 - C Alleen het versteende skelet.
 - D Beide voorwerpen.
- 2 Welke van de volgende organismen zal na zijn dood het best fossiliseren?
 - A Een worm die aan de lucht blootgesteld blijft.
 - B Een worm die van de lucht wordt afgesloten door een laag zand of klei.
 - C Een kever die aan de lucht blootgesteld blijft.
 - D Een kever die van de lucht wordt afgesloten door een laag zand of klei.
- 3 Anouk zegt dat alle fossielen afkomstig zijn van soorten die nu uitgestorven zijn. Laura zegt dat fossielen aantonen dat er in de loop van de evolutie nieuwe soorten zijn ontstaan. Wie heeft (hebben) gelijk?
 - A Anouk en Laura hebben geen van beiden gelijk.
 - B Alleen Anouk heeft gelijk.
 - C Alleen Laura heeft gelijk.
 - D Anouk en Laura hebben allebei gelijk.

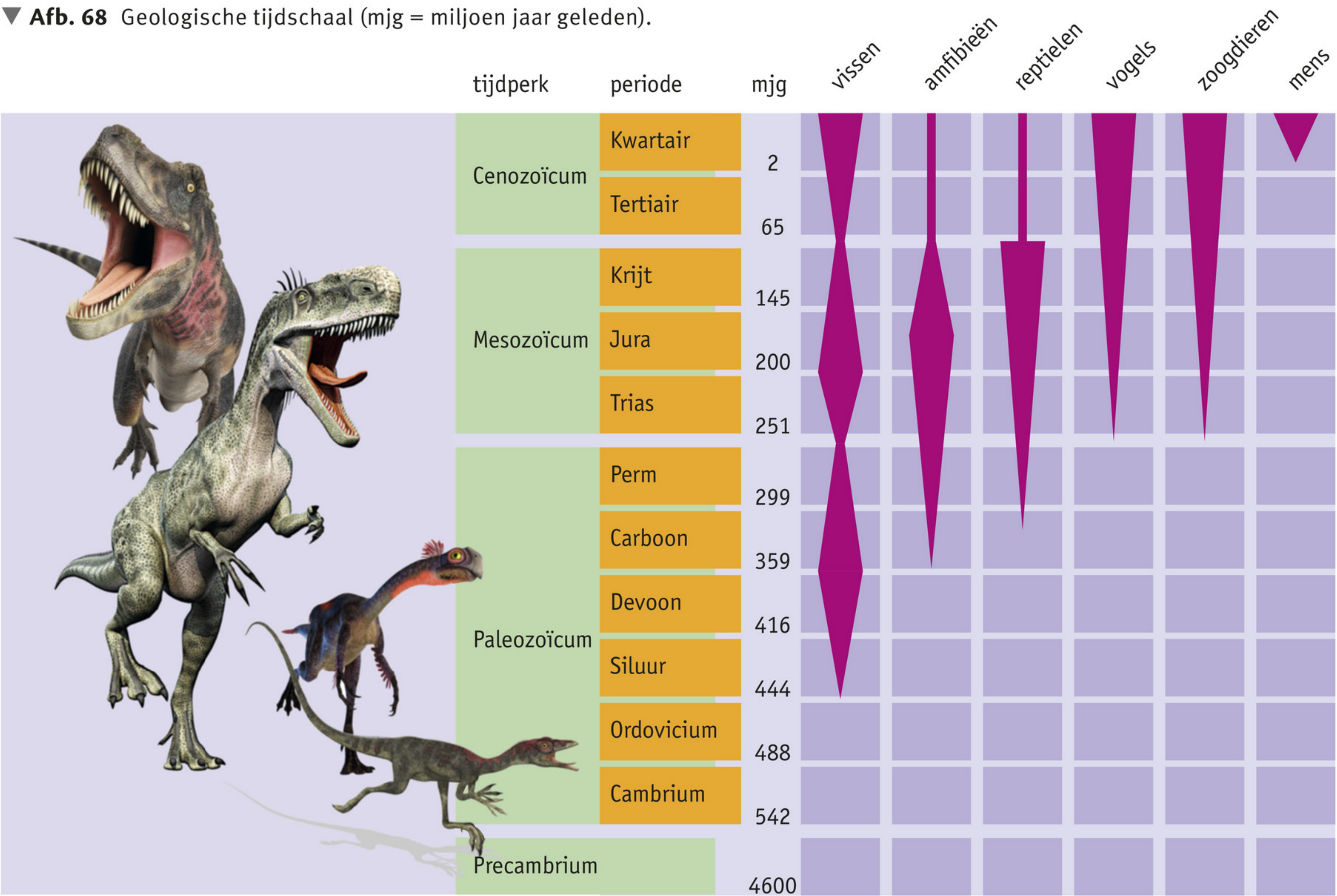
DOELSTELLING 7

In afbeelding 68 is een geologische tijdschaal weergegeven. Een brede lijn geeft aan dat een groep een grote bloei heeft doorgemaakt.

Beantwoord de volgende vragen met behulp van deze afbeelding.

- 1 In welke perioden wordt het Cenozoïcum verdeeld?
- 2 Hoeveel miljoen jaar geleden begon het Paleozoïcum?
- 3 Hoeveel miljoen jaar duurde het Mesozoïcum?
- 4 Hoeveel miljoen jaar geleden ontstonden de eerste amfibieën?
- 5 In welke periode ontstonden de eerste vissen?

▼ Afb. 68 Geologische tijdschaal (mjt = miljoen jaar geleden).



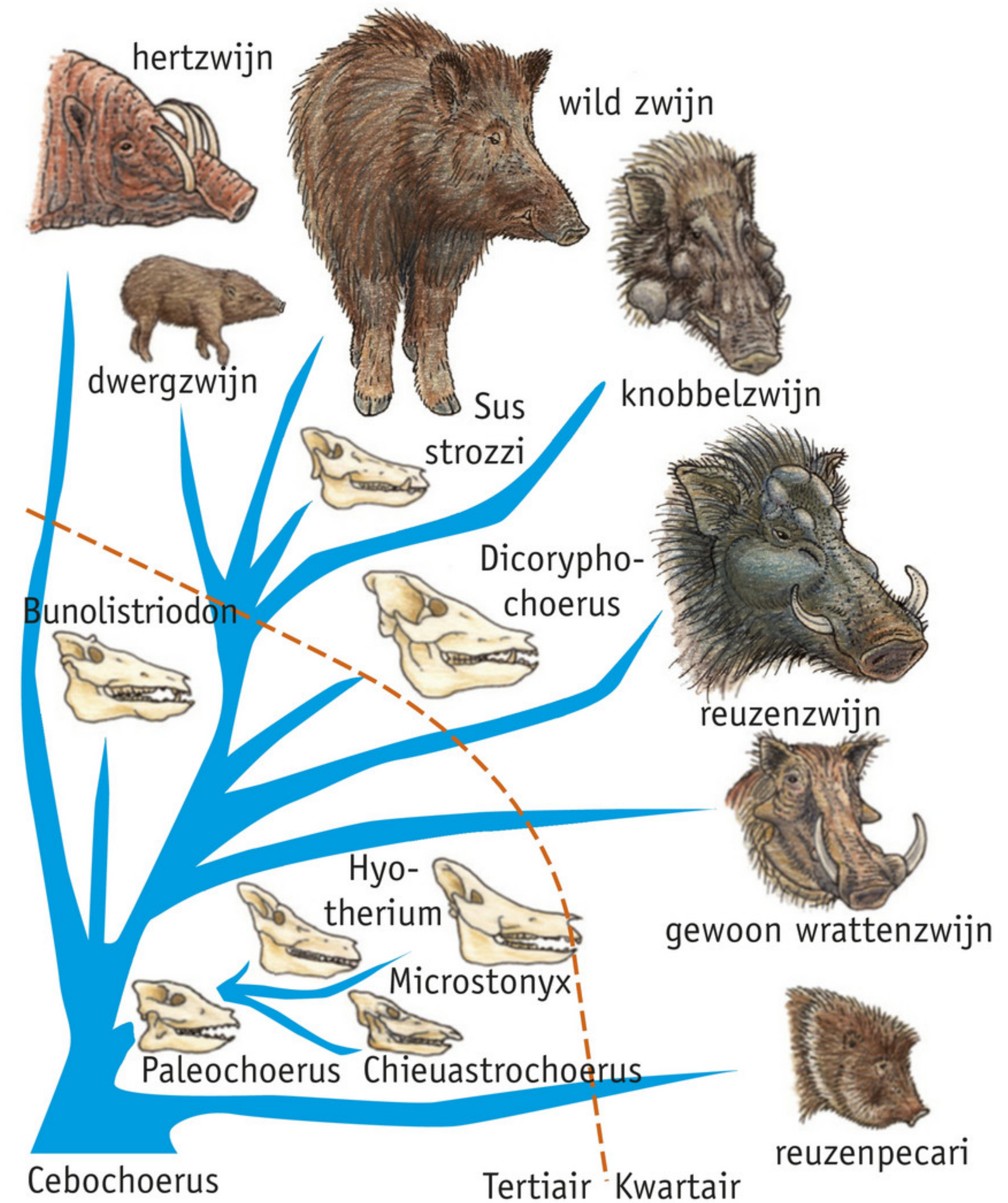
- 6 Wat heeft langer geduurd, de tijd vóór het ontstaan van de eerste vissen of de tijd vanaf het ontstaan van de eerste vissen tot nu?
- 7 In welke drie perioden beleefden de dieren van afbeelding 68 hun grootste bloei?
- 8 Kunnen er fossielen van vogels worden aangetroffen in een gesteentelaag uit het Perm?
- 9 Kunnen er fossielen van zoogdieren worden aangetroffen in een gesteentelaag uit het Krijt?

DOELSTELLING 8

In afbeelding 69 is een stamboom van de ontwikkeling van varkensachtigen getekend. Noteer of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Cebochoerus is de voorouder van alle varkensachtigen.
- 2 Hyotherium is eerder ontstaan dan de reuzenpecari.
- 3 Het wild zwijn vertoont meer verwantschap met het hertzwijn dan met het gewoon wrattenzwijn.
- 4 Dicoryphochoerus is eerder uitgestorven dan Bunolistriodon.

▼ Afb. 69 De ontwikkeling van varkensachtigen.



DOELSTELLING 9

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Wordt bij de productie van brood biotechnologie toegepast?
- 2 Van welke vorm van biotechnologie zie je in afbeelding 70 een voorbeeld?

▼ Afb. 70

Gouden rijst

Gebrek aan vitamine A is een belangrijke oorzaak van blindheid in ontwikkelingslanden. Hiervoor is nu mogelijk een oplossing. Een speciaal gekweekte rijstsoort maakt de stof bètacaroteen, die het lichaam kan omzetten in vitamine A. De rijst maakt het bètacaroteen dankzij genen uit maïs die in de rijst zijn ingebouwd.

Of gouden rijst een wondermiddel zal worden, is maar zeer de vraag. Vitamine A wordt vooral samen met vet in het bloed opgenomen en vet ontbreekt nu juist op het menu van arme mensen in ontwikkelingslanden.

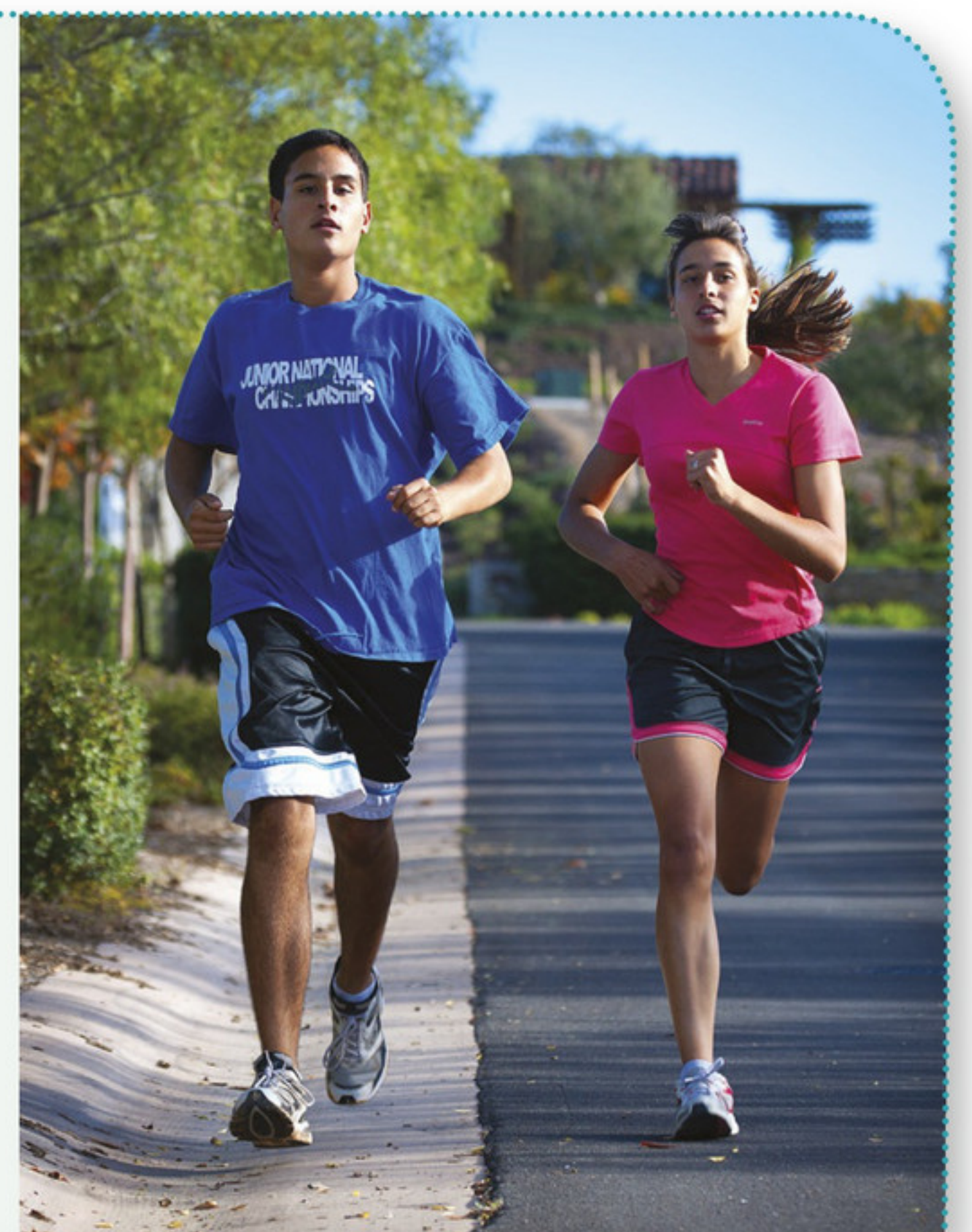


▼ Afb. 71

DNA-onderzoek redt levens zieke tweeling

De 15-jarige tweeling Alexis en Noah Beery bleek na de geboorte niet gezond. Ze kregen last van krampen, braken en spastische verlammingen. Na veel onderzoek werd uiteindelijk het complete DNA van de tweeling in kaart gebracht en vergeleken met het complete DNA van gezonde mensen. Hierdoor kwam een mutatie aan het

licht in een gen. Dit gen bevat de informatie voor het maken van een eiwit dat voor zenuwcellen nodig is om de spieren aan te sturen. Met medicijnen kon het ontbrekende eiwit alsnog worden toegediend. Inmiddels gaat het goed met de tweeling en kunnen zij weer goed meedoen met sport. Het onderzoek redde hun levens.



- 3 Van welke vorm van biotechnologie zie je in afbeelding 71 een voorbeeld?
- 4 Van welke vorm van biotechnologie zie je in afbeelding 72 een voorbeeld?
- 5 Is het schaap Dolly uit afbeelding 72 een transgeen dier?
- 6 Welk schaap heeft hetzelfde genotype als Dolly?

▼ Afb. 72

Dolly

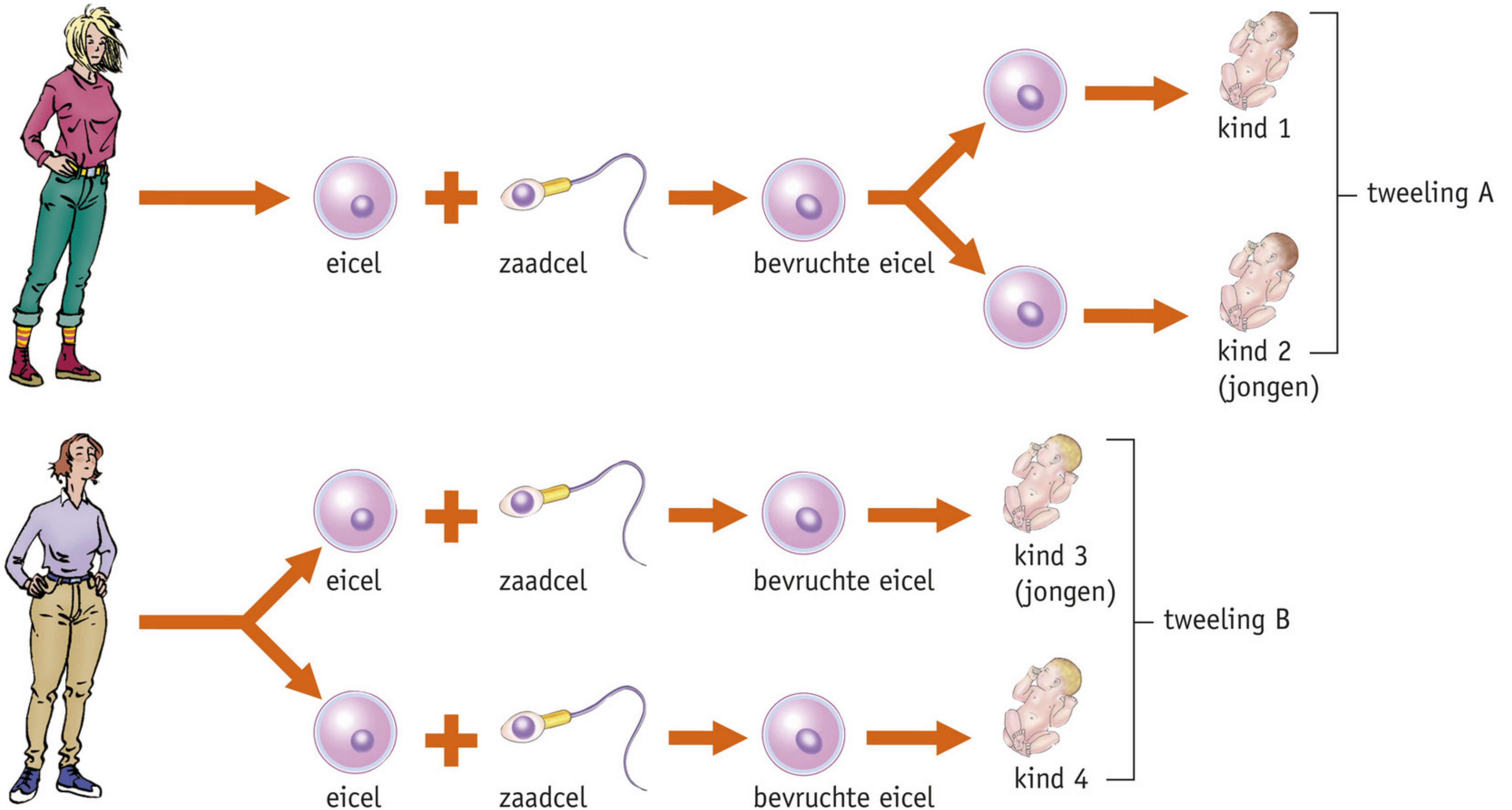
Het schaap Dolly is ontstaan uit het erfelijk materiaal van één cel uit de uier van een 6 jaar oude ooi (vrouwtjes-schaap). Dit erfelijk materiaal is overgebracht naar een eicel waaruit de celkern was verwijderd.

Het klompje cellen dat hieruit groeide, is vervolgens ingebracht in de baarmoeder van een draagmoederschaap.

Het gebruik van uierweefsel was aanleiding voor de verantwoordelijke Schotse wetenschappers om het schaap te noemen naar de rondborstige countryzangeres Dolly Parton.



► Afb. 73



EXTRA DOELSTELLING 10

Beantwoord de volgende vragen.

In afbeelding 73 is het ontstaan van twee tweelingen schematisch weergegeven. De kinderen 2 en 3 zijn jongens.

- 1 Welke tweeling lijkt het meest op elkaar, tweeling A of tweeling B?
- 2 Kan kind 1 een meisje zijn?
- 3 En kan kind 4 een meisje zijn?

EXTRA DOELSTELLING 11

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Wat zijn rudimentaire organen?
 - A Organen met veel overeenkomst in bouw, maar met een verschillende functie.
 - B Organen die geen functie meer hebben en niet of nauwelijks tot ontwikkeling komen.
 - C Organen die alleen bij uitgestorven soorten een functie hadden en tot ontwikkeling kwamen.
- 2 Welke van de volgende organen zijn rudimentair?
 - A De staartwervels van een mens.
 - B De vleugels van een vleermuis.
 - C De vleugels van een insect.

- 3 In afbeelding 74 zijn de embryo's van een slang, van een kip en van een kat getekend. De embryo's bevinden zich in een vergelijkbaar stadium van ontwikkeling.

Is er een stadium in de ontwikkeling waarin deze embryo's meer overeenkomst vertonen? Zo ja, ligt dit stadium voor of na het afgebeelde stadium?

- A Nee, er is geen stadium in de ontwikkeling waarin deze embryo's meer overeenkomst vertonen.
- B Ja, deze embryo's hebben meer overeenkomst vertoond in een vroeger stadium van ontwikkeling.
- C Ja, deze embryo's zullen meer overeenkomst gaan vertonen in een later stadium van ontwikkeling.

▼ Afb. 74 Embryo's.



1 van een slang

2 van een kip

3 van een kat

- 4 Organismen van verschillende soorten kunnen veel overeenkomst vertonen in de samenstelling van stoffen, bijvoorbeeld van DNA.
Waarom is deze overeenkomst een argument voor de evolutietheorie?
- A Omdat deze overeenkomst aantoont dat soorten veranderen, doordat organismen met afwijkende vormen blijven voortbestaan en organismen met de oorspronkelijke vorm uitsterven.
 - B Omdat hieruit kan worden afgeleid hoe lang geleden de verschillende soorten zijn ontstaan.
 - C Omdat deze overeenkomst het aannemelijk maakt dat verschillende soorten een gemeenschappelijke voorouder hebben.

In afbeelding 75 zijn de vleugel van een vlinder, de vleugel van een vleermuis en de poot van een reptiel getekend. Over deze afbeelding gaan vraag 5 tot en met 7.

- 5 Welke van deze organen vertonen veel overeenkomst in bouw?
- A De vleugel van een vlinder en de vleugel van een vleermuis.
 - B De vleugel van een vlinder en de poot van een reptiel.
 - C De vleugel van een vleermuis en de poot van een reptiel.
- 6 Welke van deze organen vertonen veel overeenkomst in functie?
- A De vleugel van een vlinder en de vleugel van een vleermuis.
 - B De vleugel van een vlinder en de poot van een reptiel.
 - C De vleugel van een vleermuis en de poot van een reptiel.
- 7 Welke van deze organen zijn waarschijnlijk uit dezelfde grondvorm ontstaan?
- A De vleugel van een vlinder en de vleugel van een vleermuis.
 - B De vleugel van een vlinder en de poot van een reptiel.
 - C De vleugel van een vleermuis en de poot van een reptiel.

▼ Afb. 75



De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit verschillende onderdelen. In dit thema bestaat de verrijkingstof uit drie onderdelen. De opdrachten hierbij maak je in je werkboek.

1 Erfelijkheidsonderzoek

Ouders geven erfelijke eigenschappen door aan hun kinderen. De meeste erfelijke eigenschappen zijn niet schadelijk of nadelig. Maar soms geven ouders erfelijke ziekten door aan hun kinderen. Er is de laatste jaren steeds meer onderzoek verricht naar de overerving van erfelijke ziekten. In deze verrijkingstof leer je hierover meer. Je moet vragen beantwoorden.

▼ Afb. 76 Controle van de borsten.



Van veel erfelijke eigenschappen is precies bekend op welke chromosomen de genen voor deze eigenschappen liggen. Dit geldt ook voor bepaalde genen die erfelijke ziekten veroorzaken. Een erfelijkheidsonderzoeker kan daarom met behulp van speciale technieken aan de chromosomen van iemand zien of deze persoon het gen bezit voor zo'n erfelijke ziekte.

Zo kan bijvoorbeeld bij een vrouw op een van de chromosomen een gen worden ontdekt dat een erfelijke vorm van borstkanker veroorzaakt. Zo'n vrouw heeft dan een kans van 80 tot 90% om borst- of eierstokkanker te krijgen. Sommige vrouwen bij wie dit gen is ontdekt, kiezen ervoor hun borsten te laten **amputeren** (weghalen). Zo kunnen ze borstkanker voorkomen. Andere vrouwen kiezen ervoor hun borsten regelmatig grondig te laten controleren (zie afbeelding 76). Een beginnend gezwel kan dan sneller worden ontdekt. Overigens zijn de meeste vormen van borstkanker niet erfelijk.

GENETISCH ADVIES

Als bij iemand een gen voor een erfelijke ziekte wordt ontdekt, hoeft hij de ziekte zelf niet te hebben. Hij wordt dan **drager** van dit gen genoemd. Maar hij kan dit gen wel doorgeven aan zijn kinderen.

Iemand bij wie in de familie een erfelijke ziekte voorkomt, heeft kans dat hij drager is van het gen dat deze ziekte veroorzaakt. Hij behoort dan tot een **risicogroep**. Als zijn partner ook drager is, is de kans aanwezig dat een of meer kinderen de erfelijke ziekte krijgen. Daarom doen mensen die behoren tot een risicogroep er verstandig aan **genetisch advies** in te winnen. Een erfelijkheidsonderzoeker onderzoekt dan hoe groot de kans is dat er kinderen worden geboren met een erfelijke ziekte of afwijking. De man en de vrouw kunnen aan de hand van het genetisch advies beslissen over een eventuele zwangerschap. Ook als de vrouw al enkele malen een miskraam heeft gehad, is het verstandig genetisch advies in te winnen.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 34

▼ **Afb. 77** Echoscopie.

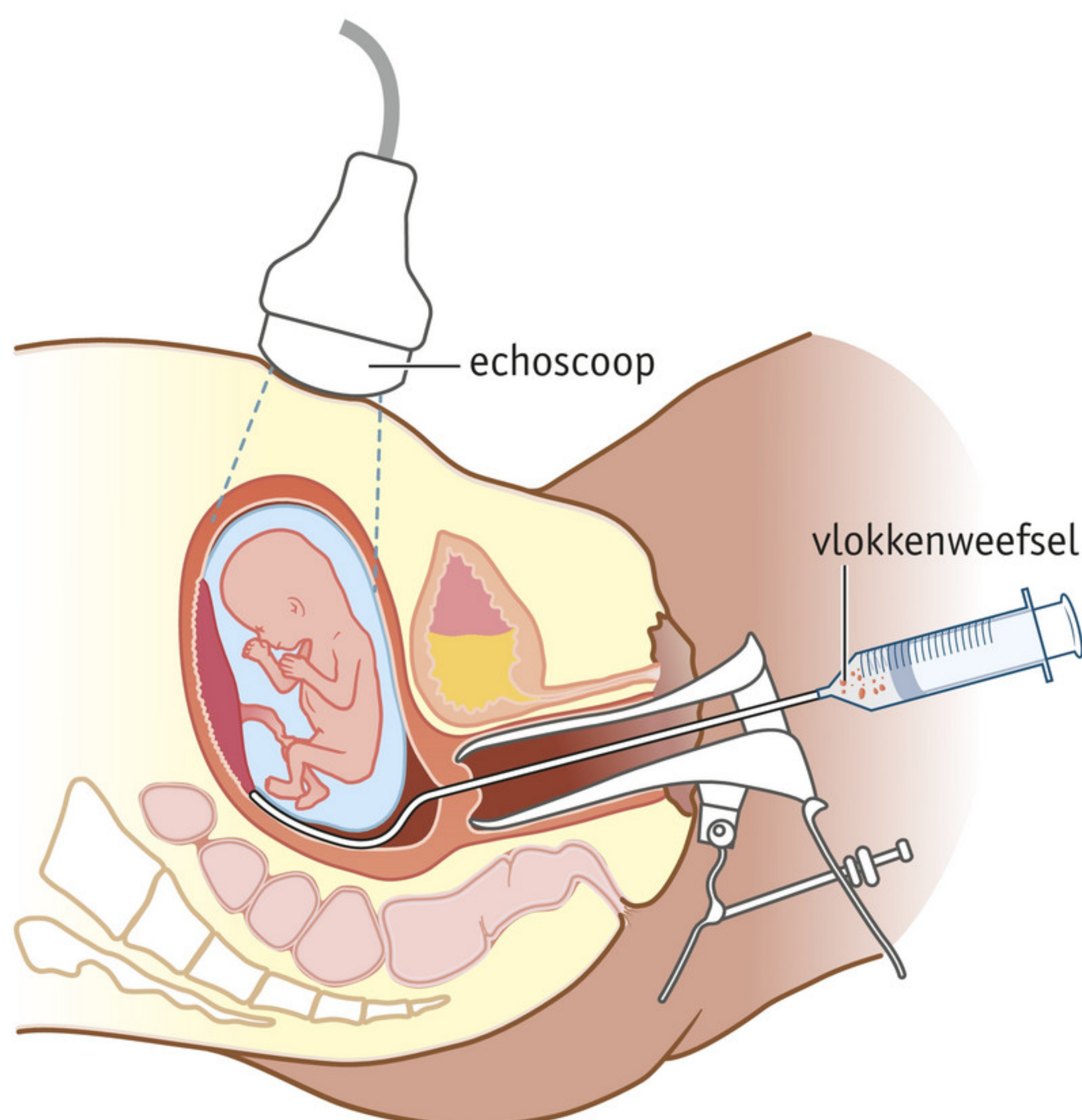
1 een echo maken



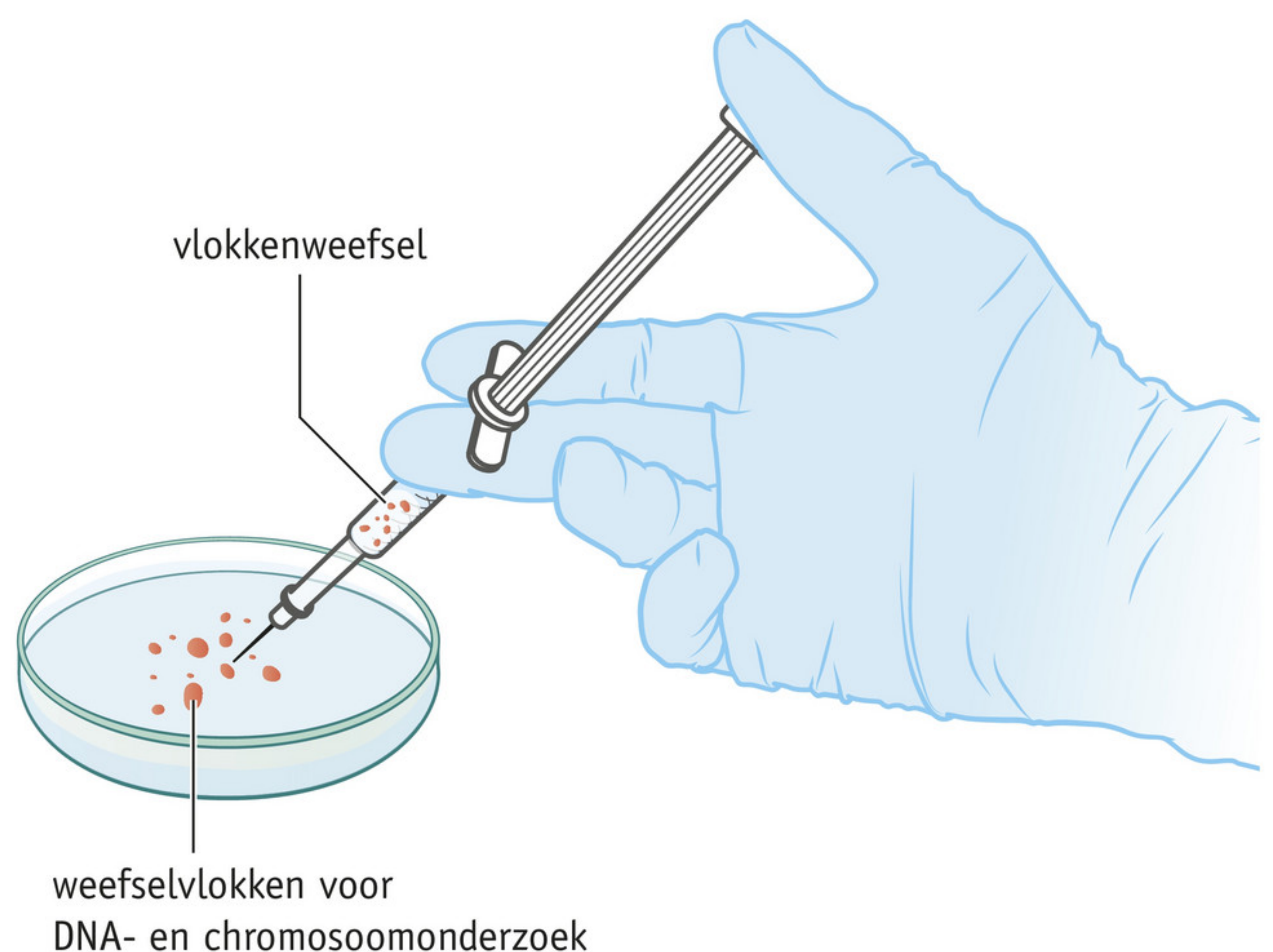
2 2D-echo



3 3D-echo

▼ **Afb. 78** Erfelijkheidsonderzoek door een vlokcentest.

1



2

PRENATAAL ONDERZOEK

De laatste jaren wordt steeds meer erfelijkheidsonderzoek verricht bij embryo's en foetussen. Dit wordt gedaan om al vóór de geboorte van een kind eventuele ziekten of afwijkingen vast te stellen. Dit onderzoek kan onder andere door echoscopie, door een vlokcentest of door een vruchtwaterpunctie plaatsvinden. Deze vormen van onderzoek worden **prenataal onderzoek** genoemd. Prenataal betekent vóór de geboorte.

ECHOSCOPIE

Bij **echoscopie** worden de groei en de ligging van het embryo of de foetus gecontroleerd met behulp van een **echoscoop** (zie afbeelding 77.1). Dit apparaat zendt heel hoge geluidstrillingen uit, die door weefsels en organen in verschillende mate worden teruggekaatst. De teruggekaatste trillingen worden zichtbaar gemaakt op een scherm (zie afbeelding 77.2). Eventuele afwijkingen in de embryonale ontwikkeling kunnen zo worden opgespoord. Echoscopie kan al vanaf de zesde week van de zwangerschap worden toegepast. Pas als de voortplantingsorganen tot ontwikkeling zijn gekomen, kan worden vastgesteld of de foetus een jongetje of een meisje is. Het is tegenwoordig ook mogelijk een video of een 3D-echoscopie van de foetus te maken (zie afbeelding 77.3).

Vanaf de achtste week van de zwangerschap kan een **vlokcentest** worden verricht. Bij dit onderzoek wordt een klein beetje weefsel uit de placenta gehaald (zie afbeelding 78). Dit weefsel bevat cellen die afkomstig zijn van het embryo. Door de chromosomen en het DNA in deze cellen te bestuderen, kunnen eventuele afwijkingen in de chromosomen worden opgespoord.

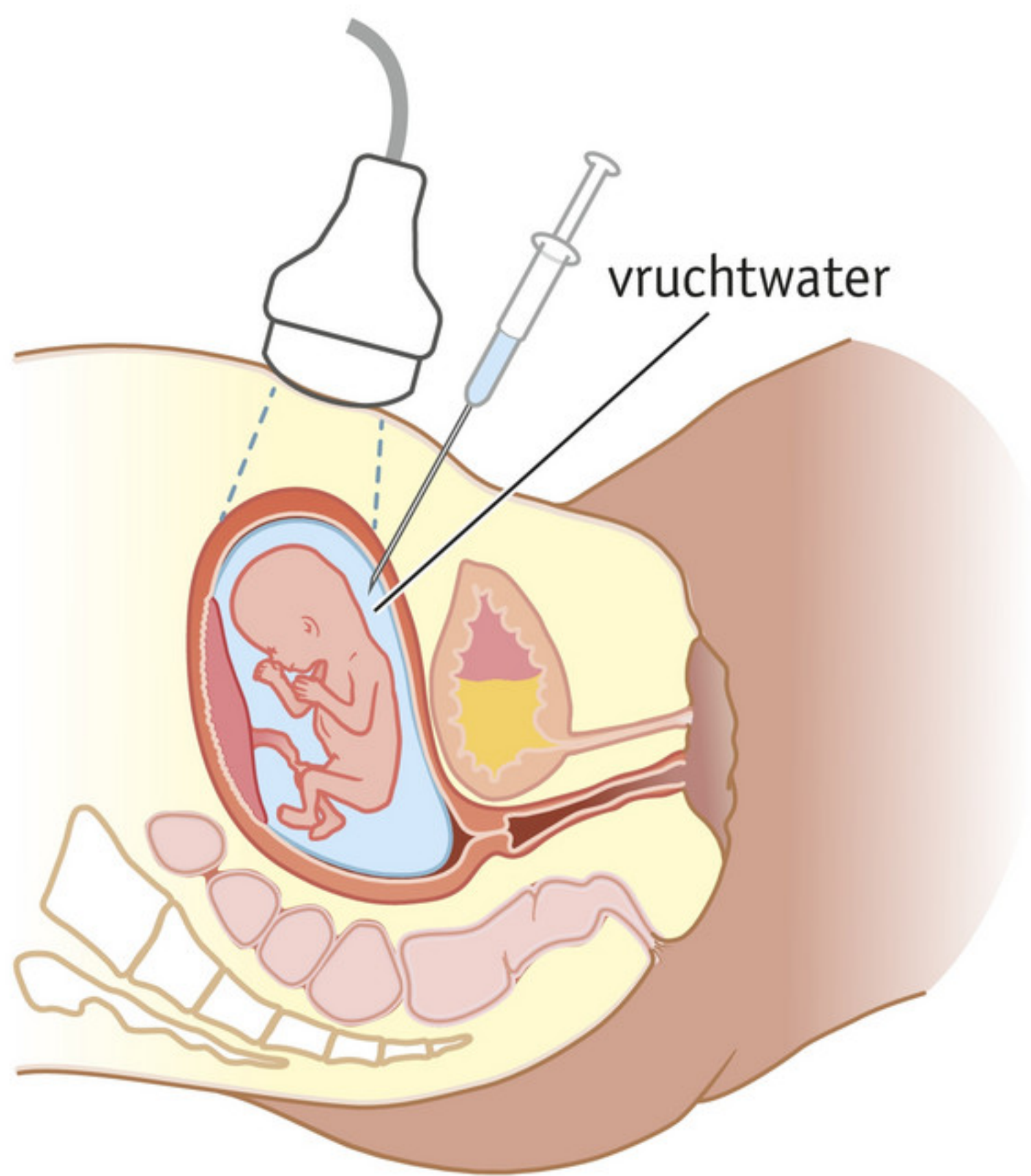
▼ **Afb. 79** Syndroom van Down.



Een voorbeeld van zo'n afwijking is het **syndroom van Down** (zie afbeelding 79). In verrijkingsstof 3 kun je meer leren over deze chromosoomafwijking. Bij een vlokcentest kan aan de hand van de chromosomen ook worden vastgesteld of het embryo een jongetje of een meisje wordt. Dit is al mogelijk voordat de voortplantingsorganen tot ontwikkeling komen.

Bij een **vruchtwaterpunctie** wordt via de buikwand en de wand van de baarmoeder wat vruchtwater opgezogen (zie afbeelding 80). In dit vruchtwater bevinden zich cellen van de foetus. Deze cellen worden gebruikt voor chromosoomonderzoek en DNA-onderzoek. Vruchtwaterpunctie kan worden uitgevoerd vanaf de zestiende week van de zwangerschap.

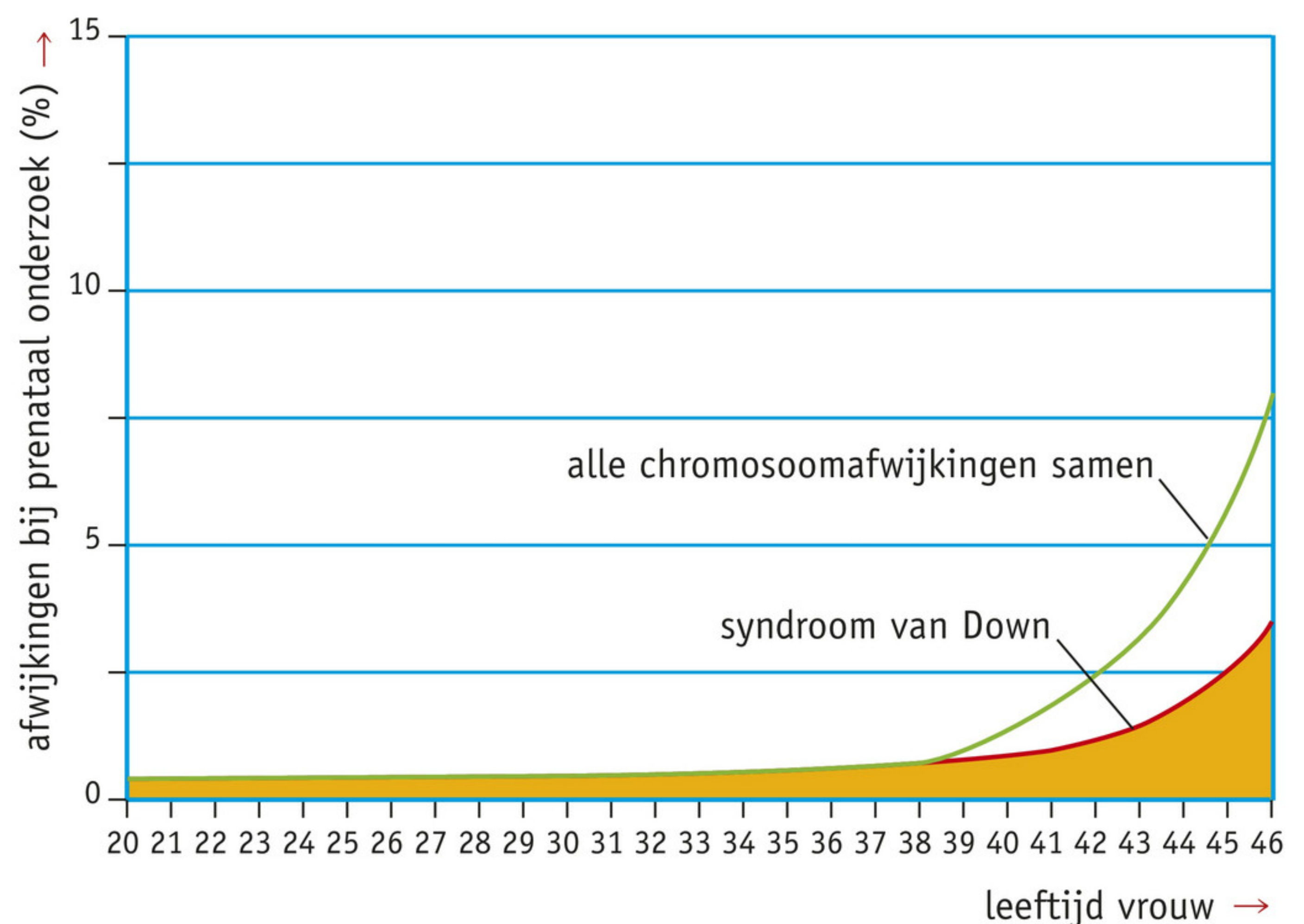
▼ **Afb. 80** Erfelijkheidsonderzoek door een vruchtwaterpunctie.



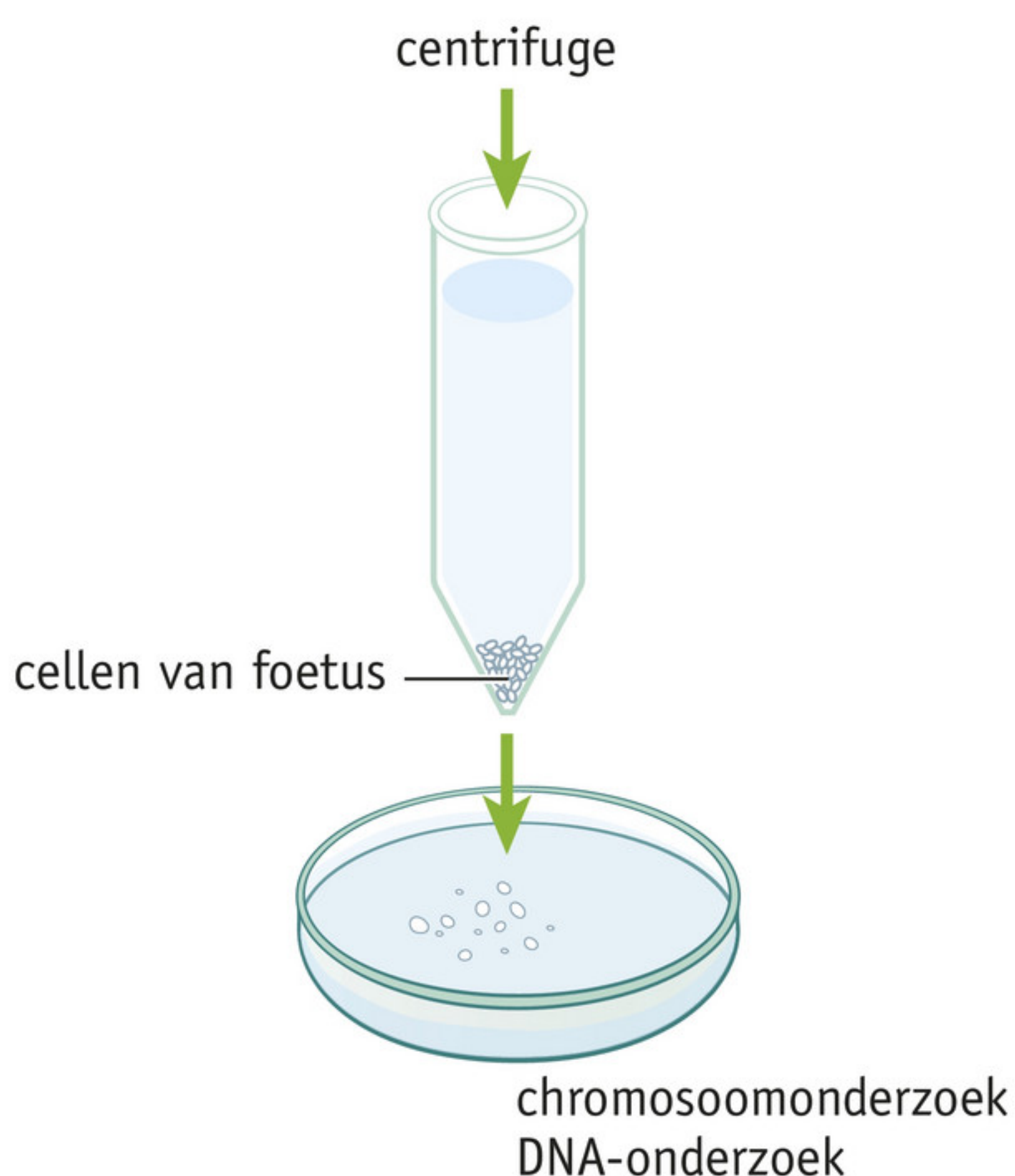
Het uitvoeren van een vlokcentest of vruchtwaterpunctie is niet helemaal zonder gevaar. Zo'n onderzoek maakt de kans op een miskraam iets groter. Daarom wordt zo'n onderzoek alleen uitgevoerd als er een verhoogd risico bestaat dat een kind wordt geboren met een ernstige ziekte of afwijking. Van een verhoogd risico is sprake als de vrouw al enkele malen een miskraam heeft gehad of als er een erfelijke ziekte in de familie voorkomt. Ook als een vrouw 36 jaar of ouder is, is er een verhoogde kans op het krijgen van een kind met een afwijking (zie afbeelding 81). Soms blijkt dat het ongeborn kind een ernstige ziekte of afwijking heeft. De ouders kunnen dan in overleg met de arts en andere hulpverleners beslissen of ze een **abortus** willen laten uitvoeren.

WB OPDRACHT 2 BLZ. 35

▼ **Afb. 81** Hoe ouder de moeder is, hoe groter de kans is op een kind met een afwijking.



1



2

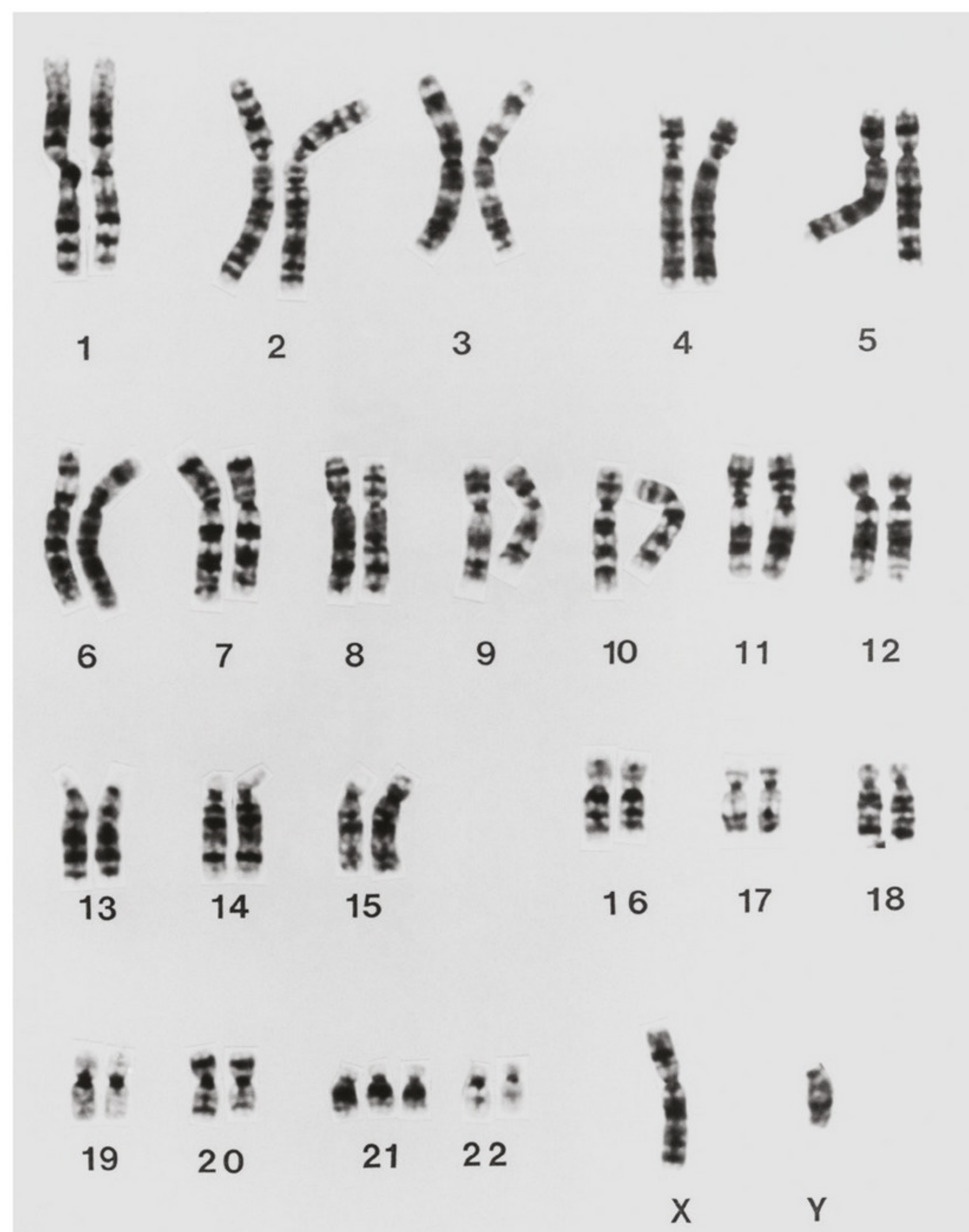
2 Het syndroom van Down

In verrijkingstof 1 heb je kunnen leren dat al bij ongeboren kinderen eventuele afwijkingen in de chromosomen kunnen worden opgespoord. Dit kan gebeuren door een vlokentest of een vruchtwaterpunctie. In deze verrijkingstof leer je meer over een van deze chromosoomafwijkingen: het **syndroom van Down**. Je moet vragen beantwoorden en een interview afnemen.

Bij een vlokentest en bij een vruchtwaterpunctie vindt chromosoomonderzoek plaats. Van de chromosomen kan een **chromosomenportret** worden gemaakt. Dat is een afbeelding waarbij alle chromosomen uit een cel in paren zijn gerangschikt. In afbeelding 5 heb je al zo'n chromosomenportret gezien.

Soms kan uit een chromosomenportret blijken dat er extra chromosomen voorkomen of dat er chromosomen ontbreken. In afbeelding 82 is het chromosomenportret weergegeven van een persoon met het syndroom van Down. In de celkernen van deze persoon komt het 21e chromosoom in drievoud voor. Men spreekt daarom ook wel van **trisomie 21**. Het afwijkende chromosomenaantal veroorzaakt een typisch uiterlijk en vaak een achterstand in de geestelijke ontwikkeling.

► **Afb. 82** Chromosomenportret van een persoon met het syndroom van Down.



▼ **Afb. 83** Een man met het syndroom van Down aan het werk.



Het syndroom van Down ontstaat doordat er bij de bevruchting een geslachtscel was betrokken waarin het 21e chromosoom dubbel voorkwam. De oorzaak hiervan is vermoedelijk een afwijkend verloop van de celdeling waaruit de geslachtscel is ontstaan.

Een geslachtscel waarin het 21e chromosoom dubbel voorkomt, heeft 24 chromosomen. Bij bevruchting kan zo'n geslachtscel versmelten met een normale geslachtscel met 23 chromosomen. Er ontstaat dan een bevruchte eicel met 47 chromosomen. Deze bevruchte eicel groeit uit tot een persoon met in elke lichaamscel 47 chromosomen.

WB OPDRACHT 1 T/M 3 BLZ. 36

▼ **Afb. 84**

Ik ben trots op mijn dochter

Een moeder van een kind met het syndroom van Down vertelt: 'De meeste ouders zijn veel ouder als zij een kind krijgen met het syndroom van Down, maar ik kreeg mijn kind op jonge leeftijd. Dat was voor ons geen keuze, maar ik kan nu trots zijn op mijn dochter. Geestelijk en lichamelijk gehandicapten hebben iets te bieden aan niet-gehandicapten. Je kunt veel leren

van iemand met het syndroom van Down. Mijn dochter kan heel spontaan, enthousiast en eerlijk zijn. Ze kan erg veel liefde geven en ze is vaak erg gelukkig. Ze heeft mijn leven rijker gemaakt. Het is niet alleen maar zonneschijn natuurlijk. Ze vraagt veel zorg en ze doet soms heel onschuldig, maar je moet haar goed in de gaten houden.'

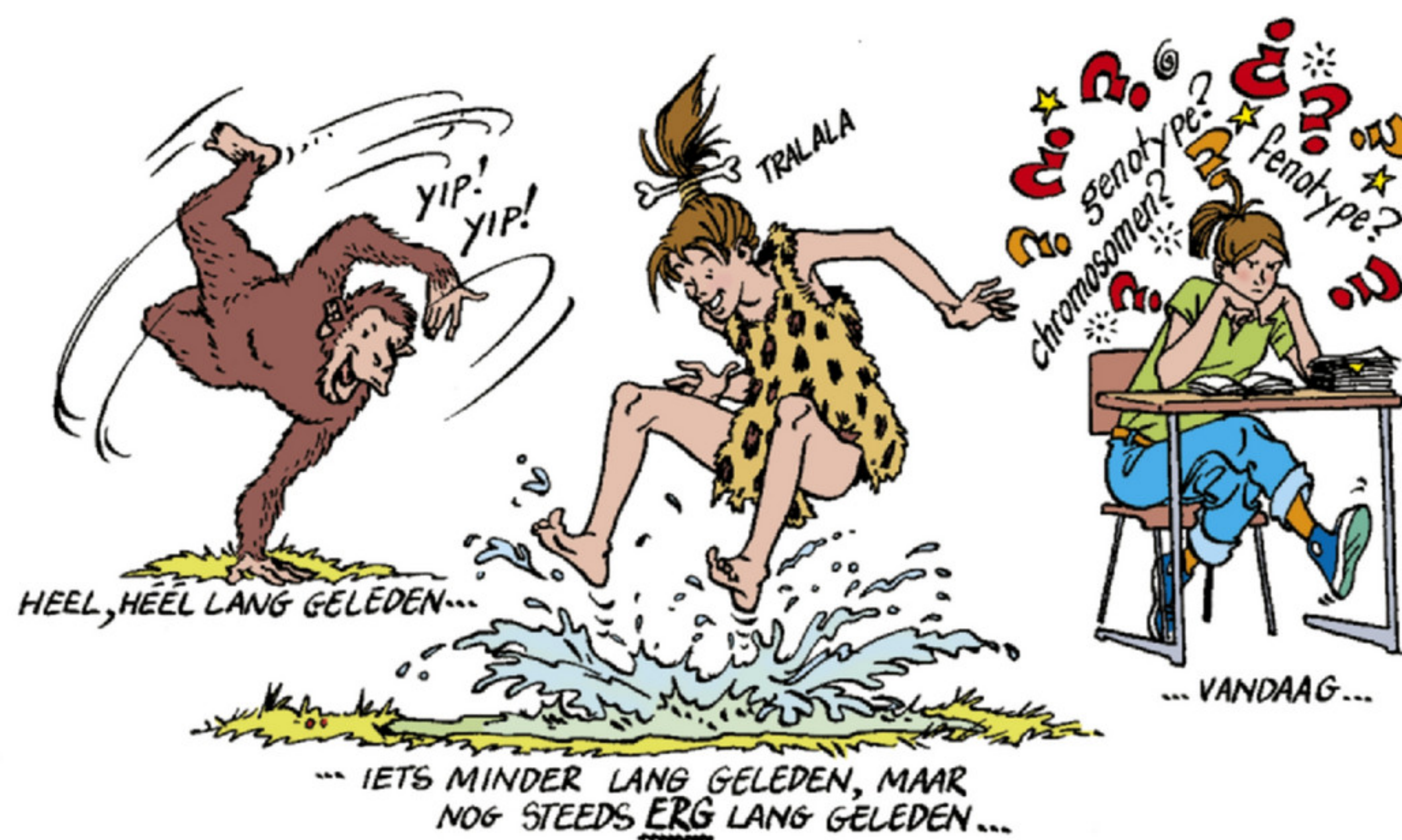
3

Puzzel

In de basisstof heb je allerlei begrippen geleerd. In je werkboek vind je de omschrijvingen van een aantal van deze begrippen. Je moet deze begrippen in een kruiswoordraadsel invullen.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 38

► Afb. 85



6

Ecologie



BASISSTOF

- 1 Wat is ecologie?
- 2 Voedselrelaties
- 3 Kringlopen
- 4 Populaties
- 5 Aanpassingen bij dieren
- 6 Aanpassingen bij planten

EXTRA BASISSTOF

- 7 Piramides
- 8 Successie

68

71

75

78

81

84

87

90

SAMENVATTING EN DIAGNOSTISCHE TOETS

Samenvatting

92

Diagnostische toets

95

VERRIJKINGSSTOF

1 Water in de bodem

102

2 Strooisellaag

103

3 Een voedselweb in een eik

106



Dit thema heet: Ecologie. In dit thema leer je dat organismen hun omgeving nodig hebben en dat organismen invloed hebben op hun omgeving. Een konijn bijvoorbeeld heeft water, voedsel en zuurstof uit zijn omgeving nodig om te kunnen blijven leven. Konijnen leven samen met soortgenoten en moeten oppassen voor roofdieren in hun omgeving.

Om te kunnen overleven zijn organismen aangepast aan de omgeving waarin ze leven. Je leert in dit thema dat zulke aanpassingen bij dieren en planten belangrijk zijn om te kunnen overleven.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Wat is ecologie?

▼ Afb. 1

Medewerker natuurbeheer

‘Hallo, mijn naam is Erik. Ik ben medewerker natuurbeheer in een natuurgebied van Natuurmonumenten. Samen met mijn collega’s onderhoud ik het gebied. We letten zowel op de dieren als op de planten die in het gebied leven. Ook letten we erop dat mensen goed met de natuur omgaan, dat ze de rust van de dieren niet verstoren en dat ze geen vuil achterlaten.

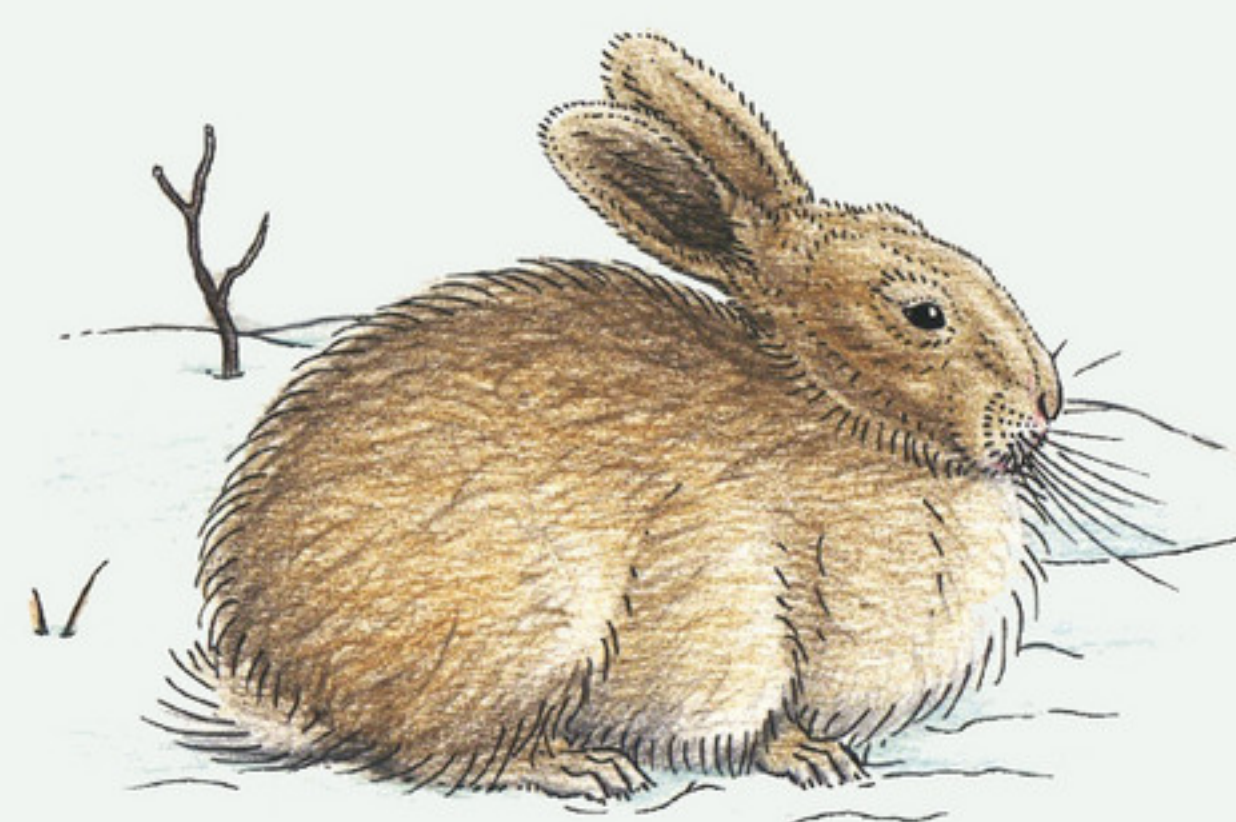
Hoe een natuurgebied eruitziet, hangt onder andere af van de invloeden die organismen er op hebben. Konijnen bijvoorbeeld eten planten die in het natuurgebied groeien en ze graven holen in de grond. Zo hebben de konijnen invloed op het natuurgebied

(afbeelding 1). Het natuurgebied is voor de konijnen hun omgeving (milieu). De omgeving heeft ook invloed op de konijnen. In de winter is het koud. Konijnen krijgen dan een wintervacht (zie afbeelding 2). De wintervacht is dik en houdt een konijn warm. In de zomer is het warm. De wintervacht is dan vervangen door een dunnere zomervacht (zie afbeelding 3).

Mijn werk is erg afwisselend. Soms moeten we bijvoorbeeld bomen kappen. Bij het natuurbeheer proberen we de omstandigheden voor de organismen in het natuurgebied zo optimaal mogelijk te maken.’



1 konijnen hebben invloed op hun omgeving



2 wintervacht



3 zomervacht

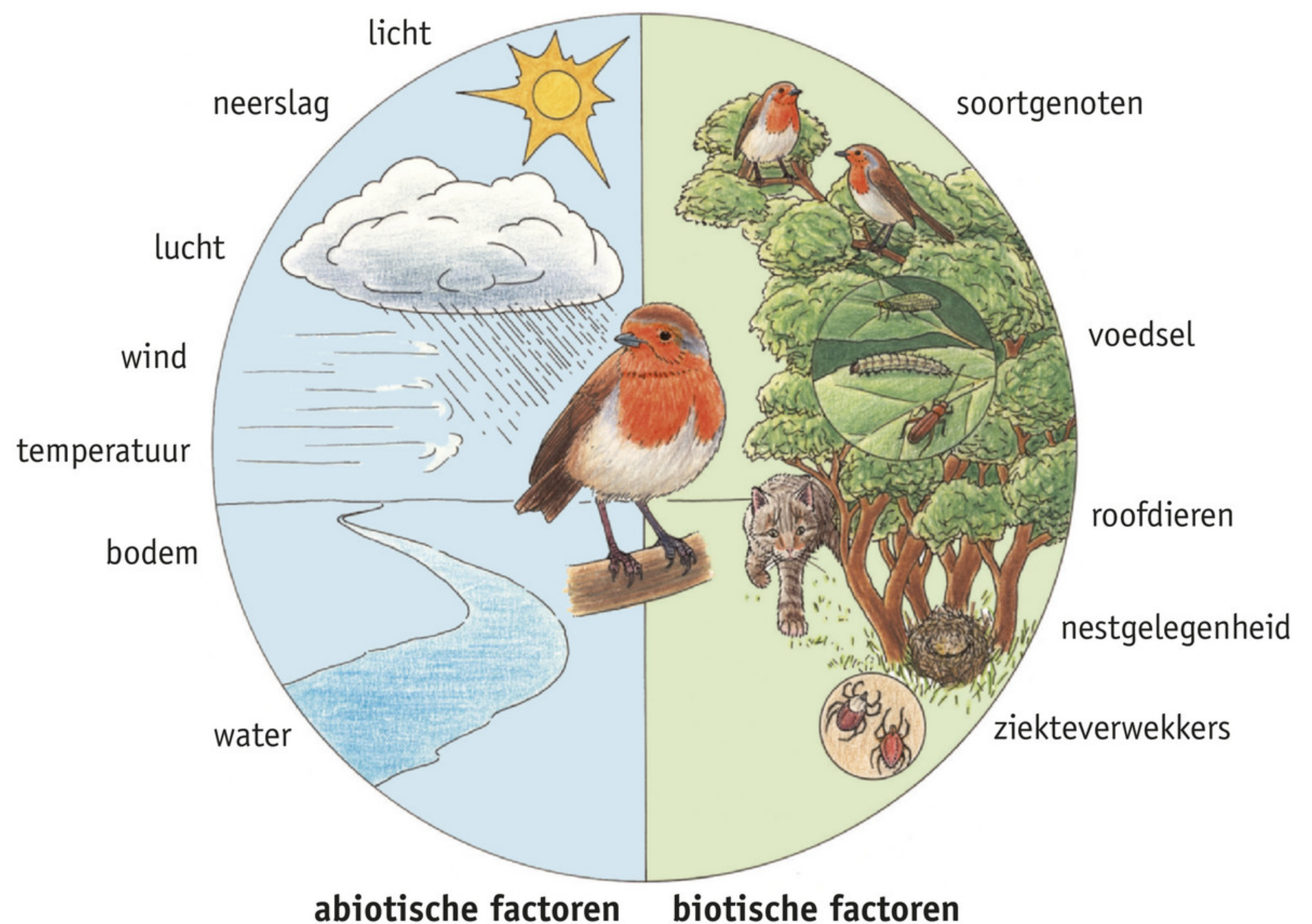
Alle organismen worden beïnvloed door hun **milieu** (leefomgeving). Maar het milieu wordt ook beïnvloed door de organismen. Een konijn bijvoorbeeld graaft hopen waardoor het de bodem verandert. Het bestuderen van de relaties tussen organismen en hun milieu noem je **ecologie**. Kennis van ecologie is bijvoorbeeld nodig bij het beheren van een natuurgebied (zie afbeelding 1).

INVLOEDEN UIT HET MILIEU

De invloeden uit het milieu kun je indelen in twee groepen (zie afbeelding 2). Sommige invloeden zijn afkomstig van andere organismen. Deze invloeden noemen we **biotische factoren**. Een roodborstje wordt bijvoorbeeld beïnvloed door de insecten die het kan vangen en de roofdieren die het moet ontwijken. Een roodborstje wordt ook beïnvloed door de temperatuur, de hoeveelheid licht, de wind en de regen. Deze invloeden zijn afkomstig van de levenloze natuur. Invloeden van de levenloze natuur noemen we **abiotische factoren** (*a* = zonder, *bios* = leven).

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 40

► **Afb. 2** Biotische en abiotische factoren.



DE NIVEAUS VAN DE ECOLOGIE

Eén enkel organisme noem je een **individu**. In de ecologie kun je bijvoorbeeld de invloed van een bepaalde factor op een individu onderzoeken. Als iemand de invloed van de temperatuur op het zingen van een roodborstje onderzoekt, is dat een onderzoek op het niveau van een individu. In afbeelding 3 zie je nog andere niveaus waarop in de ecologie onderzoek gedaan wordt.

Een **populatie** is een groep individuen van dezelfde soort in een bepaald gebied, die zich onderling voortplanten. Je kunt bijvoorbeeld de invloed onderzoeken van lawaai op het aantal roodborstjes in een bepaald gebied. Je doet dan onderzoek op het niveau van een populatie.

In een bos leven populaties eiken, konijnen, roodborstjes en nog veel meer soorten. Alle populaties in een gebied samen vormen de **levensgemeenschap**.

De populaties in een levensgemeenschap hebben invloed op elkaar. Ook hebben de abiotische factoren invloed op populaties. Een gebied met bepaalde biotische en abiotische factoren noem je een **ecosysteem**. Voorbeelden van ecosystemen zijn een duingebied, een bos en een sloot.

WB OPDRACHT 3 EN 4 BLZ. 42

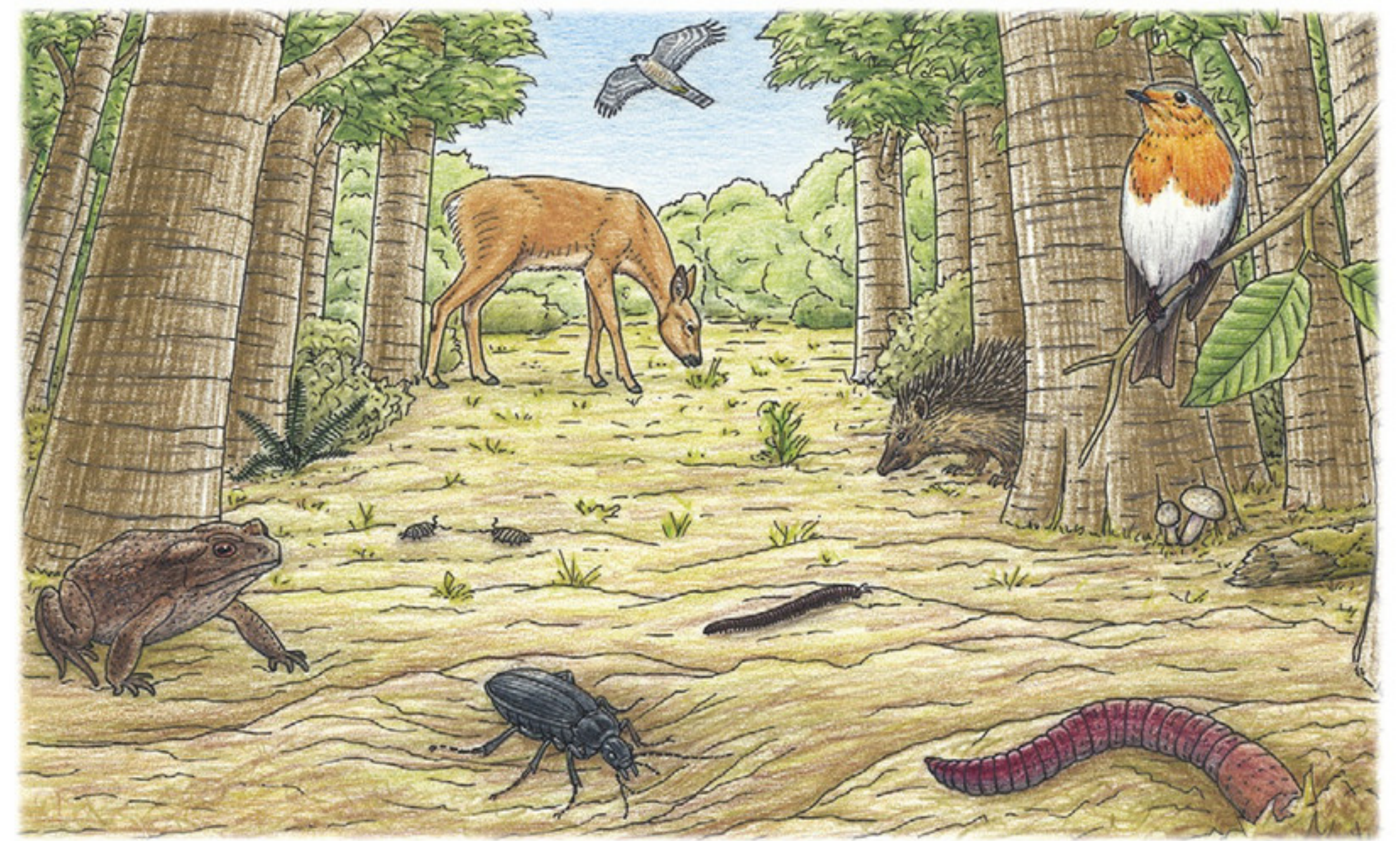
► **Afb. 3** De niveaus van de ecologie.



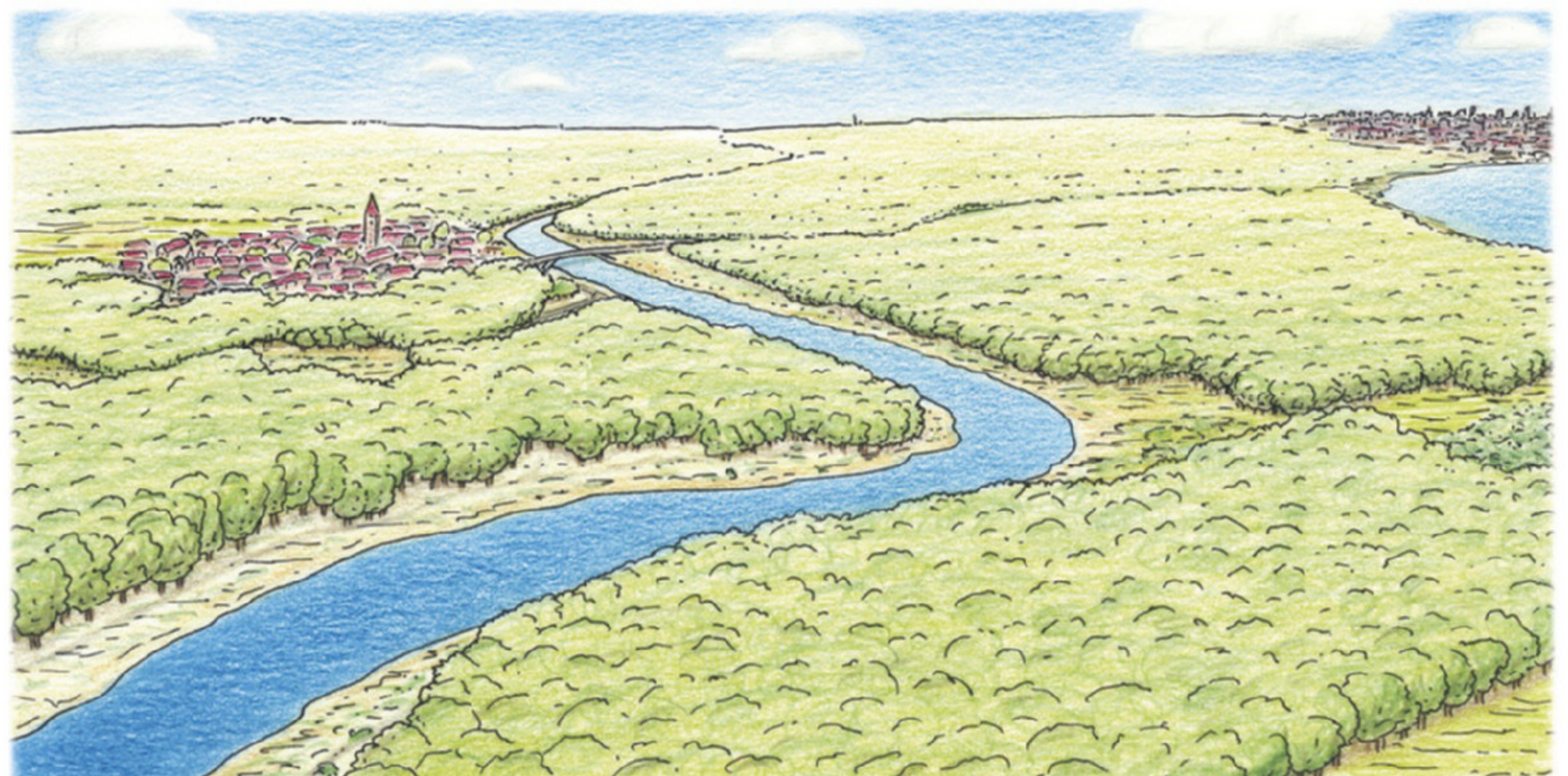
1 individu



2 populatie



3 levensgemeenschap



4 ecosysteem

2 Voedselrelaties

In afbeelding 4 is een weiland met enkele organismen getekend. Je ziet een konijn van een paardenbloem eten. Konijnen zijn **planteneters**. Je ziet ook een wezel klaarstaan om een konijn te doden en op te eten. Wezels zijn **vleeseters**.

► Afb. 4

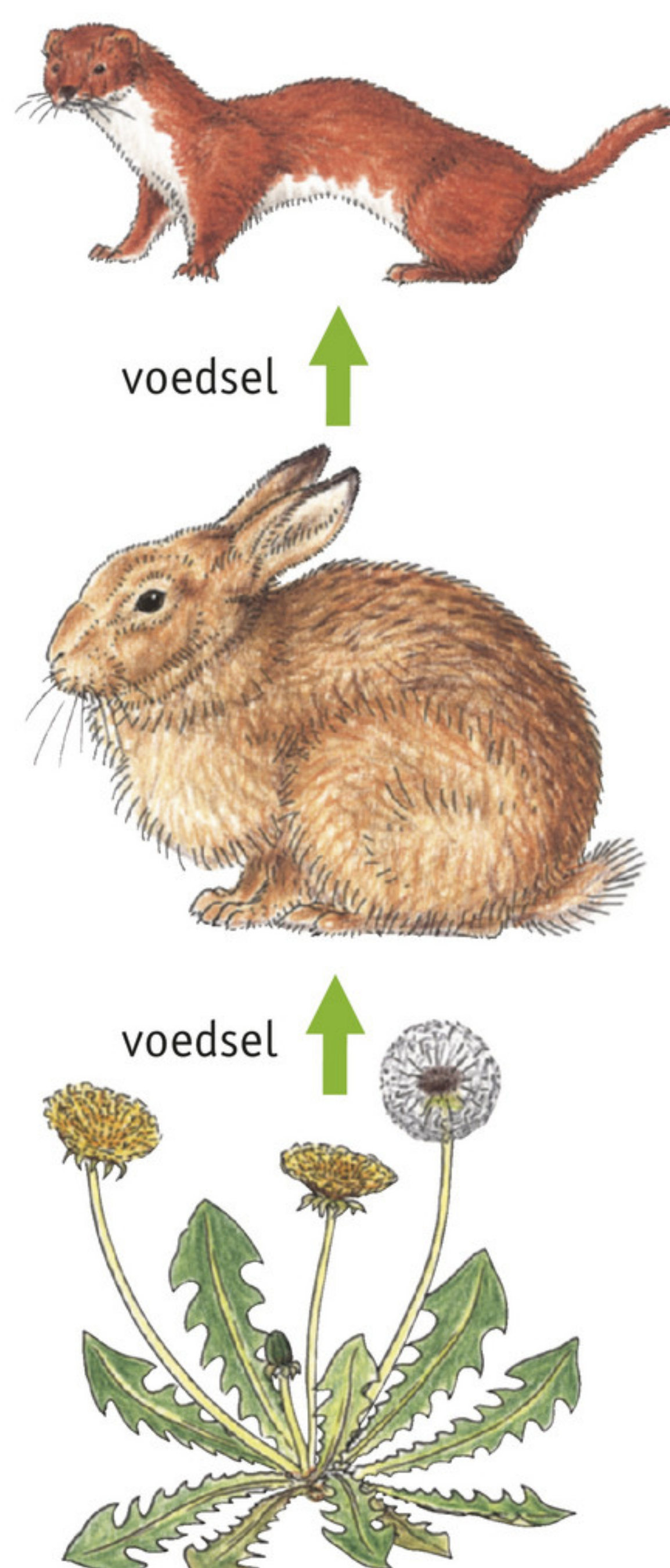


VOEDSELKETEN

Paardenbloemen, konijnen en wezels vormen een **voedselketen** (zie afbeelding 5). Een voedselketen is een reeks soorten, waarbij elke soort voedselbron is voor de volgende soort. In de voedselketen van afbeelding 5 is de eerste schakel een plantensoort. Ook andere voedselketens beginnen met een plantensoort.

Elke voedselketen heeft een plantensoort als eerste schakel.

► Afb. 5 Een voedselketen.

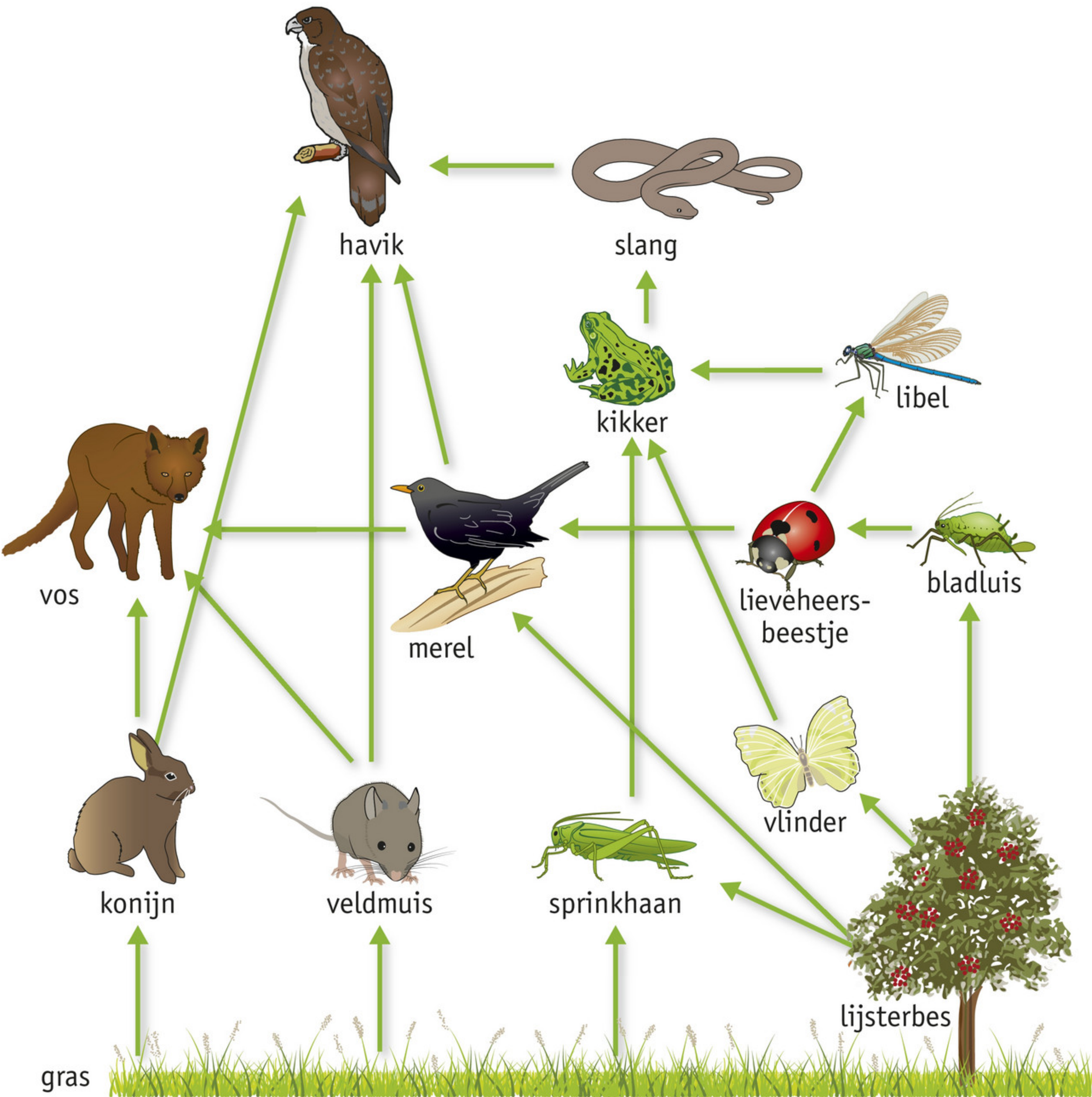


VOEDSELWEB OF VOEDSELNET

In werkelijkheid is er in een ecosysteem nooit sprake van maar één voedselketen. Elke soort kan tot voedsel dienen van veel andere soorten. In een ecosysteem lopen dan ook meerdere voedselketens door elkaar. Het geheel van voedselrelaties in een ecosysteem noem je **voedselweb** of **voedselnet**. In afbeelding 6 is een voedselweb weergegeven. In een voedselweb komen behalve planteneters en vleeseters ook **alleseters** voor. Een merel is een voorbeeld van een alleseter (zie afbeelding 7).

WB OPDRACHT 5 T/M 7 BLZ. 43

▼ Afb. 6 Een voedselweb.



▼ Afb. 7 Een merel is een alleseter.



1



2

▼ Afb. 8 Producenten (planten).

**PRODUCENTEN, CONSUMENTEN EN REDUCENTEN**

Planten staan aan het begin van alle voedselketens. In deel 1 heb je geleerd dat in planten fotosynthese plaatsvindt. Hierbij maken planten **glucose**. Van glucose maakt de plant allerlei andere stoffen, onder andere de stoffen waaruit de plant zelf bestaat. Planten leveren het voedsel voor mensen en dieren. We noemen planten daarom ook wel **producenten** (zie afbeelding 8). Dieren eten (consumenten) de stoffen die door planten zijn gemaakt. We noemen dieren dan ook **consumenten** (zie afbeelding 9). Dieren bevinden zich in de tweede en volgende schakels van voedselketens. De tweede schakel van een voedselketen wordt ingenomen door planteneters, de derde en volgende schakels door vleeseters. In een voedselketen worden producenten gegeten door **consumenten van de eerste orde**. Zij worden op hun beurt gegeten door **consumenten van de tweede orde**, enzovoort.

▼ Afb. 9 Consumenten (dieren).



1 planteneter (koe)



2 vleeseter (Amerikaanse zeearend)



3 alleseter (mens)

Planten en dieren gaan ook dood door ouderdom of door een ziekte. Planten laten regelmatig bladeren vallen en dieren poepen en plassen. Deze dode resten van planten en dieren worden gebruikt als voedsel door **afvaleters** (zie afbeelding 10). Afvaleters eten niet alles op en ze hebben zelf ook weer afval. Alle resten die in de natuur achterblijven, worden afgebroken door bacteriën en schimmels. We noemen deze bacteriën en schimmels **reducen**.

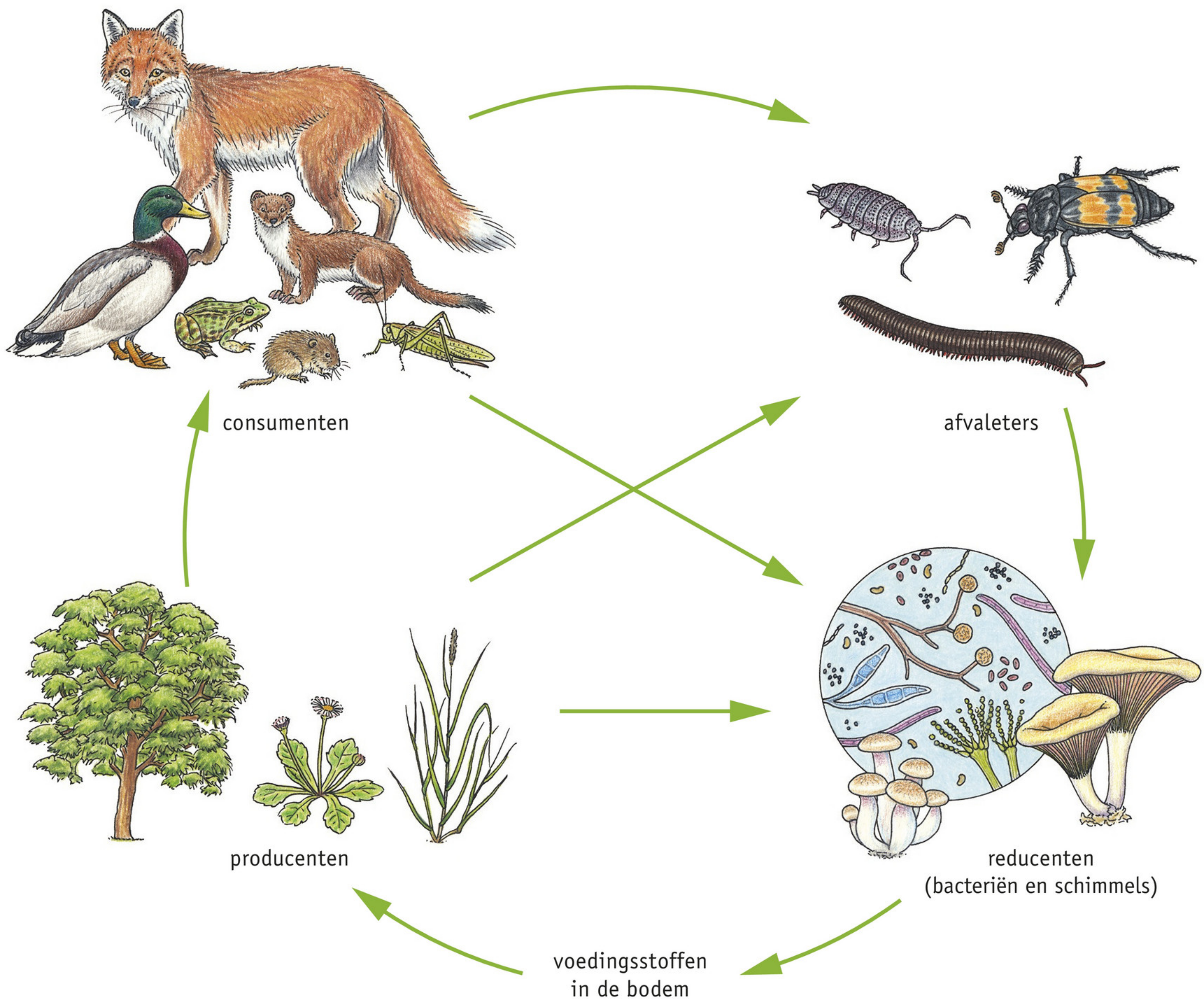
▼ Afb. 10 Afvaleters.



Reducenten ruimen de dode resten van organismen op. Hierbij komen voedingsstoffen vrij die producenten weer kunnen opnemen. Op deze manier worden stoffen in de natuur steeds opnieuw gebruikt. Stoffen van planten komen via dieren, bacteriën en schimmels uiteindelijk weer bij planten terecht. In de natuur maken alle stoffen een **kringloop** door (zie afbeelding 11).

WB OPDRACHT 8 T/M 10 BLZ. 44

▼ Afb. 11 De kringloop van stoffen.



3 Kringlopen

In een ecosysteem doorloopt elke stof een kringloop. In deze basisstof leer je de kringlopen kennen van water en van koolstof.

DE KRINGLOOP VAN WATER

Alle organismen hebben water nodig om te kunnen leven. Je krijgt water binnen als je drinkt of eet. Water verlaat je lichaam met urine of met zweet. Ook bij het uitademen verlaat water(damp) je lichaam.

In de natuur doorloopt water een kringloop. Het meeste water bevindt zich in de oceanen en zeeën. Samen bedekken deze ongeveer 75% van het aardoppervlak (zie afbeelding 12). Het water in de oceanen en zeeën verdampt, vooral als het warm is. De **waterdamp** die ontstaat, stijgt omhoog. Het wordt dan kouder, waardoor **condensatie** plaatsvindt. De kleine waterdruppels vormen wolken. Als de druppels in de wolken groter worden, gaat het regenen. Als de temperatuur van de lucht erg laag is, kunnen sneeuwvlokken of hagelstenen ontstaan.

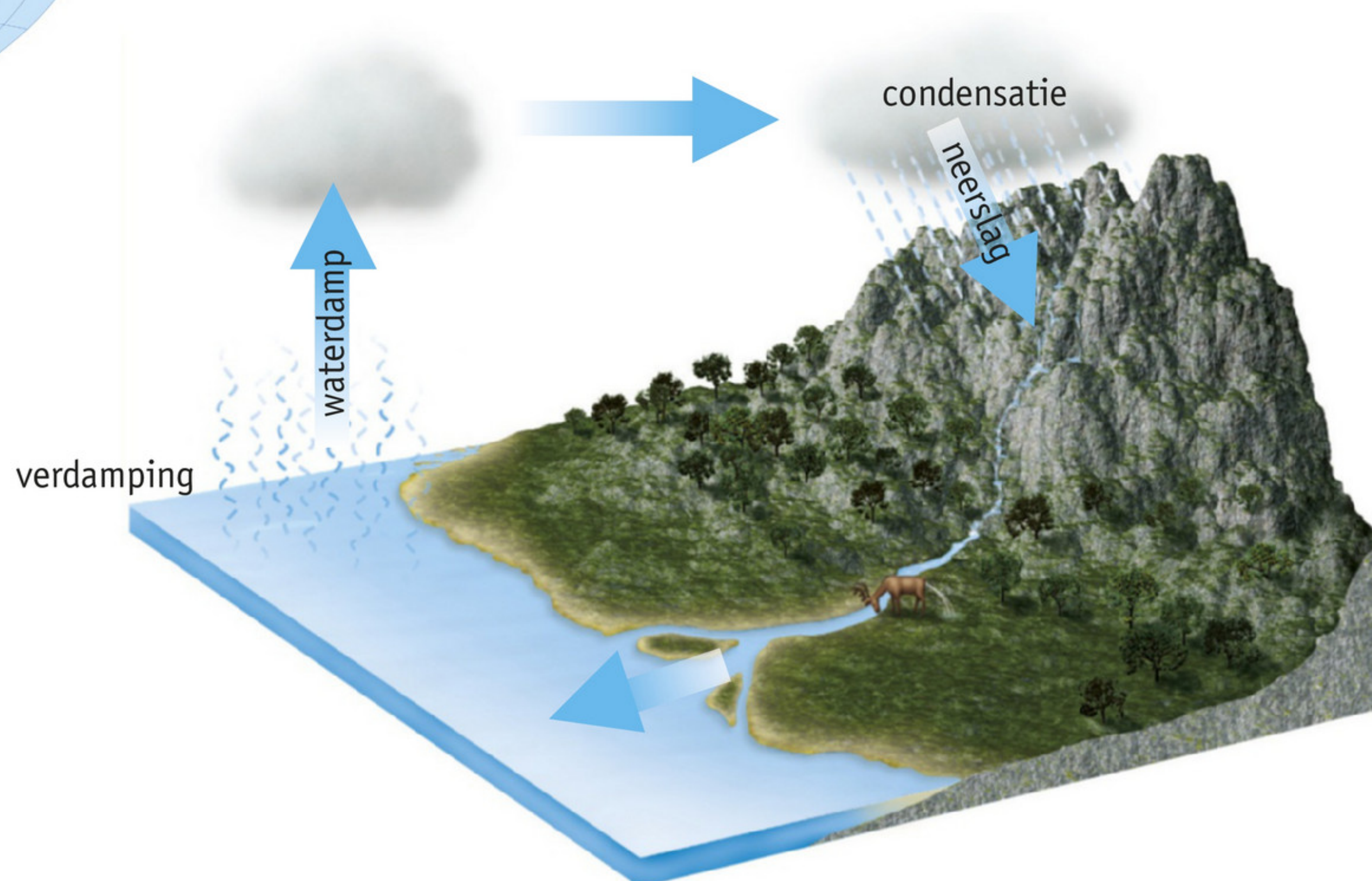
Door **neerslag** (regen, sneeuw of hagel) keert het water dat is verdampt uit de oceanen en zeeën terug op het aardoppervlak. Er ontstaan rivieren en het water stroomt terug naar de oceanen en zeeën. Zo is de kringloop van water compleet (zie afbeelding 13).

▼ **Afb. 12** Oceanen en zeeën bedekken ongeveer 75% van het aardoppervlak.



WB OPDRACHT 11 BLZ. 48

▼ **Afb. 13** De kringloop van water.



DE KRINGLOOP VAN KOOLSTOF

In afbeelding 14 is de koolstofkringloop schematisch weergegeven. In deze afbeelding zie je hoe koolstof voorkomt in de lucht, in planten, in dieren en in bacteriën en schimmels.

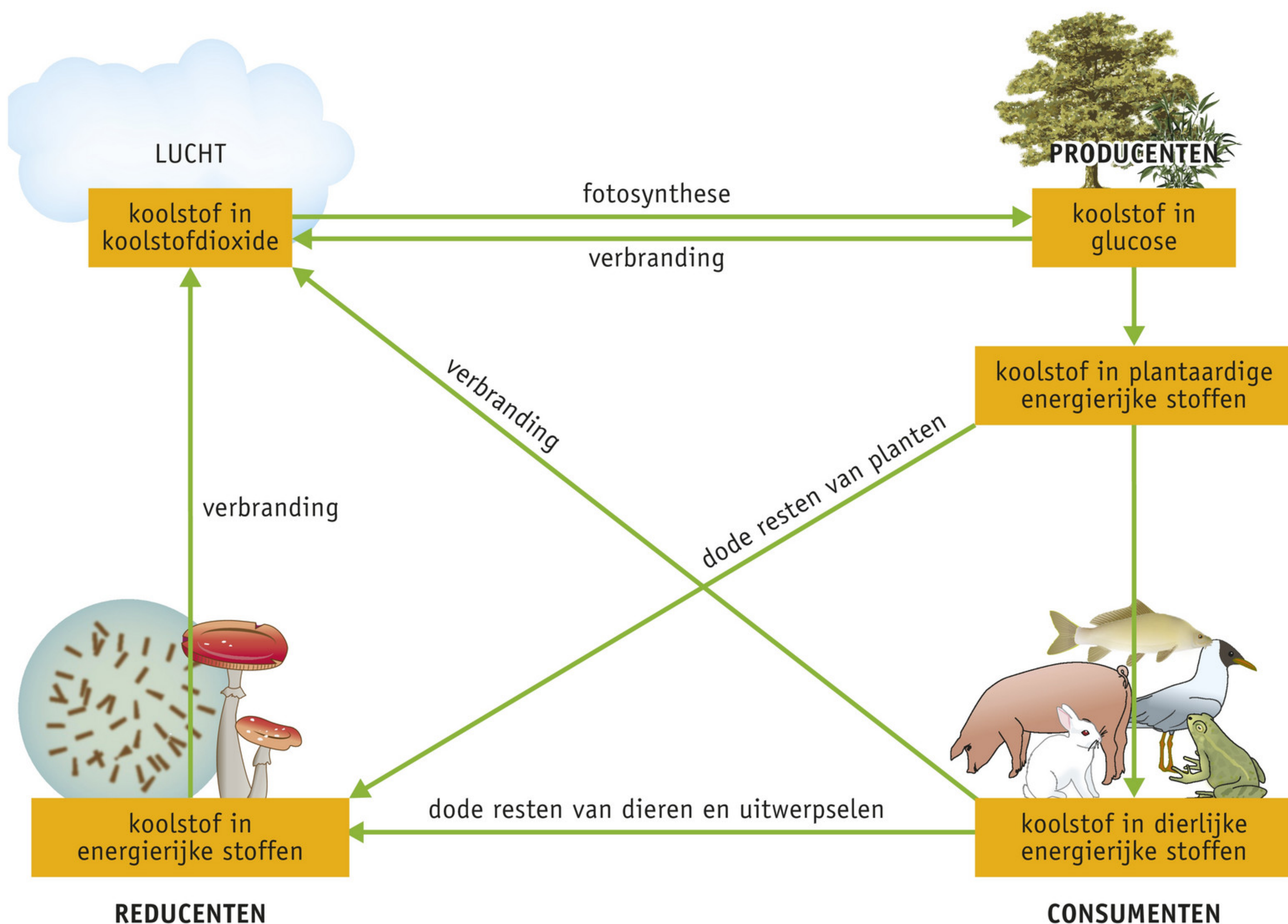
In de lucht komt koolstof voor in **koolstofdioxide**. Planten (producenten) nemen koolstofdioxide op uit de lucht. Planten hebben koolstofdioxide nodig voor de fotosynthese. Hierbij wordt koolstofdioxide verbruikt en ontstaat glucose. De koolstof komt dan voor in de gevormde glucose.

Glucose is een energierijke stof. In thema 1 Verbranding en ademhaling heb je geleerd dat glucose in je lichaam wordt verbruikt bij de verbranding. De energie uit de glucose komt dan vrij. Deze energie heb je nodig voor allerlei levensprocessen, zoals bewegen of je lichaamstemperatuur handhaven.

Ook bij planten vindt verbranding plaats. Een deel van de glucose die bij de fotosynthese is ontstaan, wordt verbruikt bij de verbranding. Hierbij ontstaat onder andere koolstofdioxide. Planten kunnen deze koolstofdioxide direct weer gebruiken voor de fotosynthese of afgeven aan de lucht.

Een ander deel van de gevormde glucose wordt omgezet in allerlei andere **energierijke stoffen** (koolhydraten, eiwitten en vetten).

▼ **Afb. 14** De koolstofkringloop (schematisch).



Als een plant wordt gegeten door een dier komen de energierijke stoffen van planten in het dier terecht. Een deel van deze stoffen wordt als brandstof verbruikt in het lichaam van het dier. Hierbij ontstaat weer koolstofdioxide, dat aan de lucht wordt afgegeven. Een ander deel van de plantaardige energierijke stoffen wordt door het dier gebruikt als bouwstof. De plantaardige stoffen worden dan omgezet in dierlijke stoffen (koolhydraten, eiwitten en vetten).

Ten slotte wordt een deel van de plantaardige stoffen niet verteerd. Dit deel verlaat het lichaam van het dier met de uitwerpselen (zie afbeelding 15). Een dier kan op zijn beurt worden gegeten door een ander dier of door een mens. Zo kan de koolstof van het ene organisme terecht komen in een ander organisme. Planten en dieren sterven ook als ze niet worden opgegeten. De stoffen in de dode resten van organismen en in de uitwerpselen van dieren worden door bacteriën en schimmels (reducenten) opgenomen. Bacteriën en schimmels verbruiken het grootste deel van de opgenomen energierijke stoffen als brandstof bij de verbranding. Hierbij ontstaat weer koolstofdioxide, dat aan de lucht wordt afgegeven (zie afbeelding 16). Een landbouwbedrijf kan rekening houden met kringlopen. Dit wordt bijvoorbeeld gedaan in de ecologische landbouw (zie afbeelding 17).

▼ Afb. 15



▼ Afb. 17

WB OPDRACHT 12 T/M 14 BLZ. 48

▼ Afb. 16 Bij de afbraak door reducenten komt weer koolstofdioxide in de lucht.



Ecologische boer

‘Hallo, wij zijn Daan en Lise. Samen hebben wij een boerenbedrijf met ecologische landbouw. In de gewone landbouw wordt veel kunstmest en gif gebruikt. Wij doen dat liever niet.

Op ons bedrijf houden we rekening met de natuurlijke kringloop van stoffen. Veel van ons veevoer verbouwen we zelf, zoals maïs. De koeien eten de maïs. De mest van de koeien brengen we op het land. Zo is de kringloop rond.

We gebruiken geen kunstmest en bestrijdingsmiddelen. Dat levert wel extra werk op, vooral onkruid wieden. Op ons land staan veel verschillende soorten grassen. Een ruime strook langs de slootkant bemesten we niet. Hier groeien veel verschillende wilde planten. Daar komen insecten en vogels op af. Deze insecten en vogels eten de schadelijke insecten. Zo voorkomen we ziekten en plagen.

Door ecologisch te boeren zijn er op en rond ons bedrijf meer verschillende soorten planten en dieren dan op

een bedrijf met gangbare landbouw. Er is daardoor een ingewikkelder voedselweb.

Om dit werk te kunnen doen, moet je van de natuur houden en hard willen werken. Een goede conditie komt dus goed van pas.’



4 Populaties

Populaties in een ecosysteem zijn niet steeds even groot. Dat komt doordat de omstandigheden soms gunstig zijn en soms ongunstig.

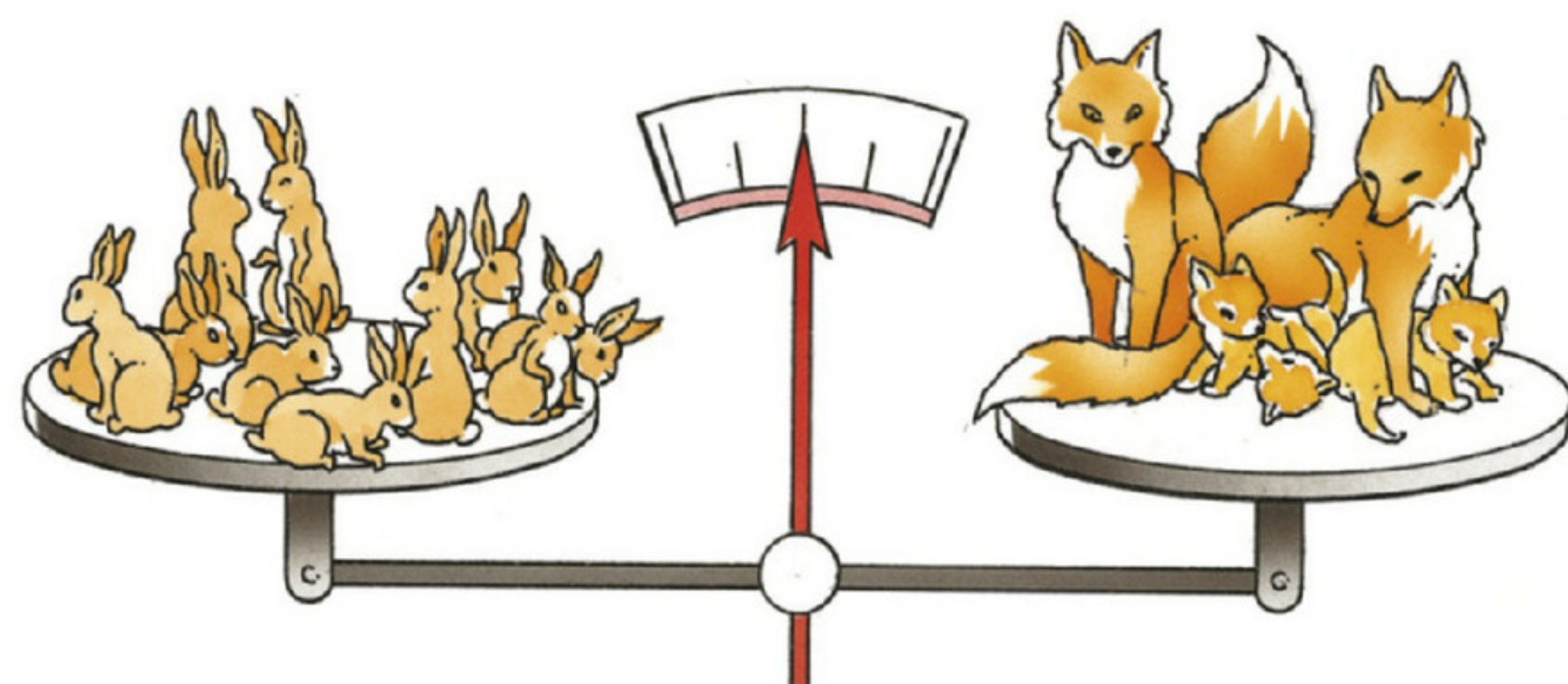
POPULATIEGROOTTE

Als er veel voedsel is en er weinig vijanden (roofdieren) zijn, dan kunnen de konijnen in een bos zich goed voortplanten. De populatie konijnen wordt dan groter.

De omstandigheden kunnen ook ongunstig zijn. Door ongunstige omstandigheden sterven er meer individuen dan er geboren worden. De populatie wordt dan kleiner.

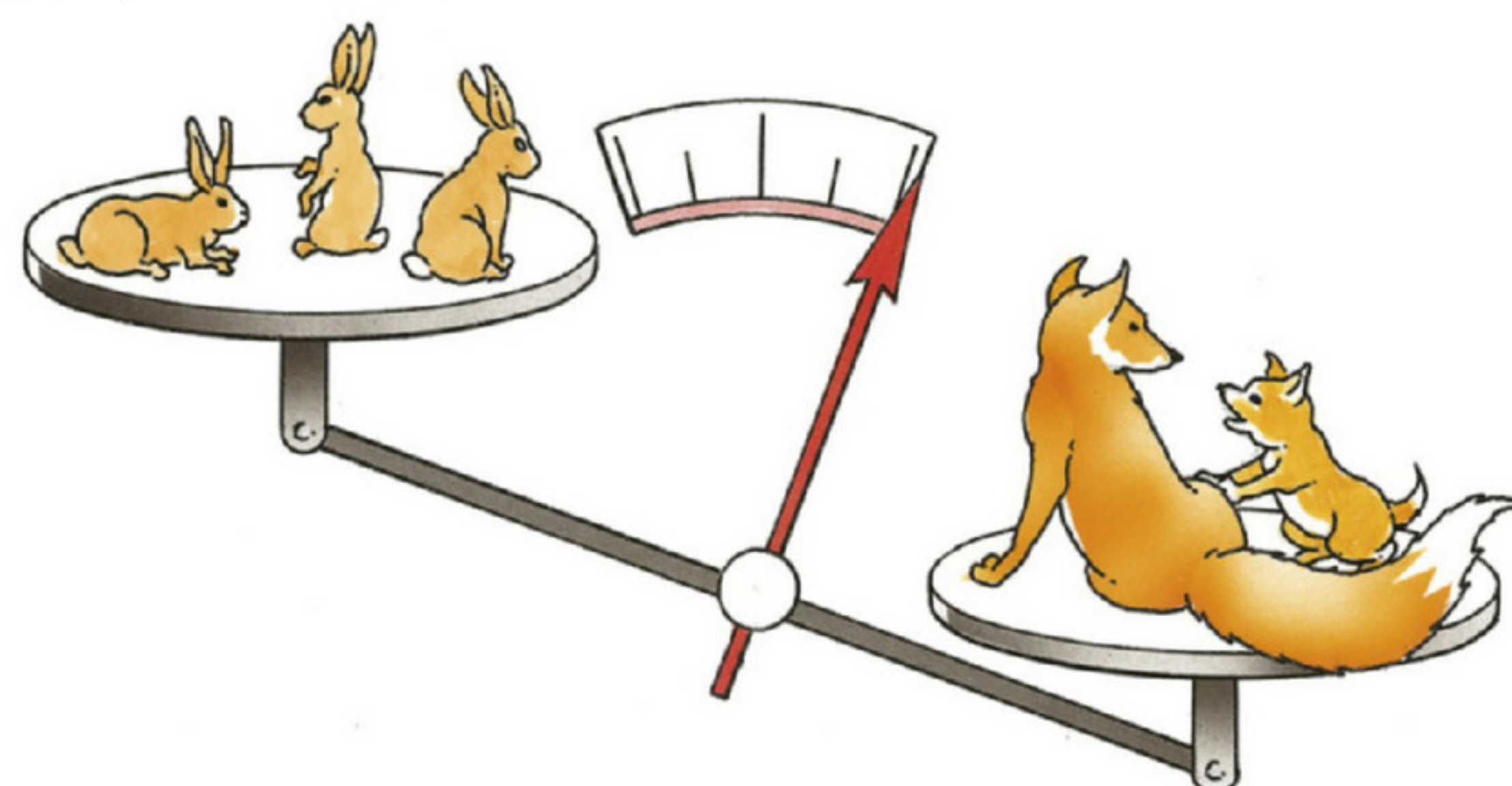
De **populatiegrootte** hangt af van invloeden uit de omgeving (biotische en abiotische factoren). Voorbeelden van biotische factoren zijn de beschikbare hoeveelheid voedsel, de aantallen natuurlijke vijanden en de aanwezige ziekteverwekkers. Voorbeelden van abiotische factoren zijn temperatuur, licht, lucht, water en bodemgesteldheid. Temperatuur, licht, lucht (wind) en water (neerslag) vormen samen het **klimaat**.

▼ Afb. 18 Biologisch evenwicht tussen konijnen en vossen (schematisch).



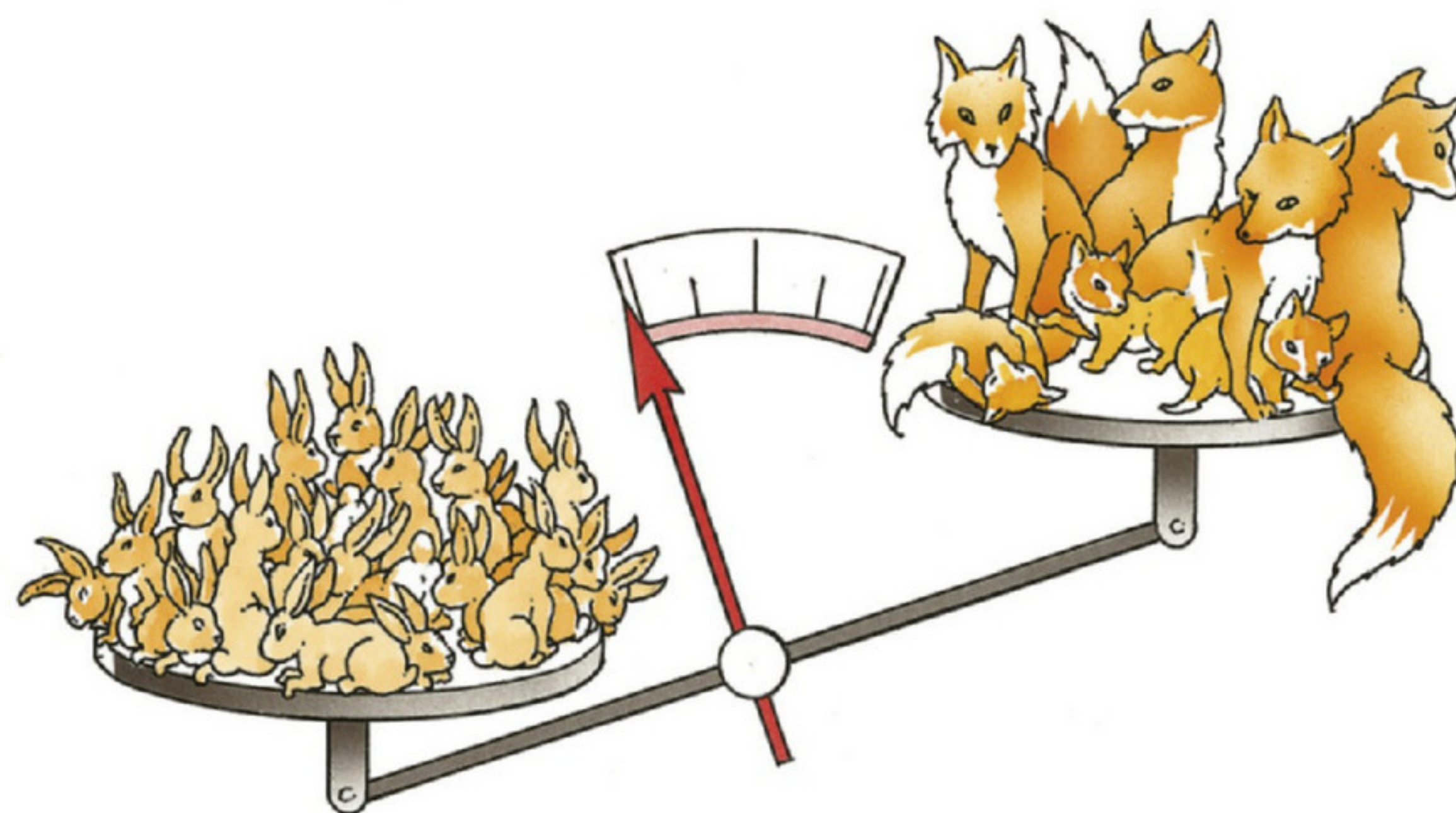
1e jaar

- normale weersgesteldheid: evenwicht



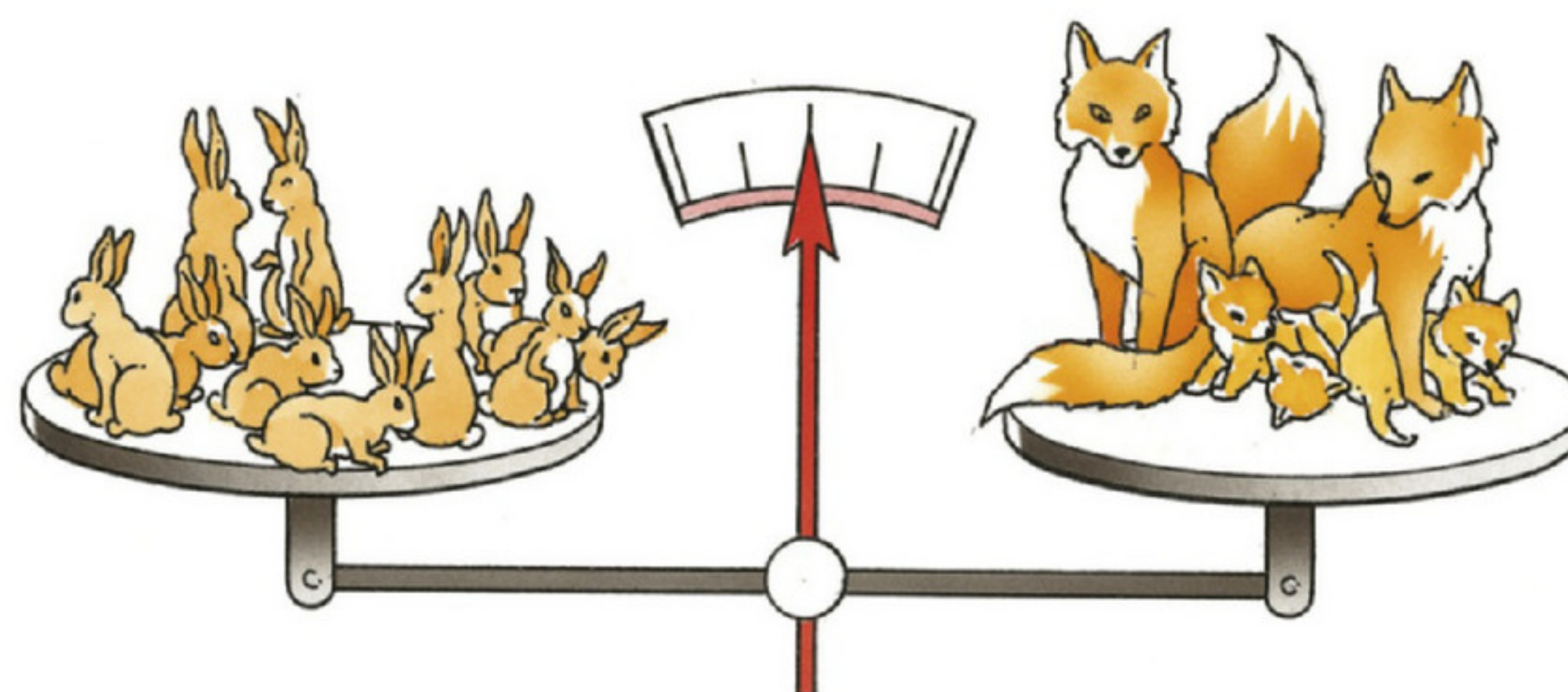
2e jaar

- gras groeit slecht door lage temperaturen en droogte
- konijnen sterven door voedselgebrek
- vossen trekken weg naar andere ecosystemen
- de vossen die blijven, brengen weinig jongen voort



3e jaar

- gras groeit snel door warm en vochtig weer
- konijnen krijgen veel jongen
- vossen van elders trekken het ecosysteem binnen



4e jaar

- normale weersgesteldheid: evenwicht

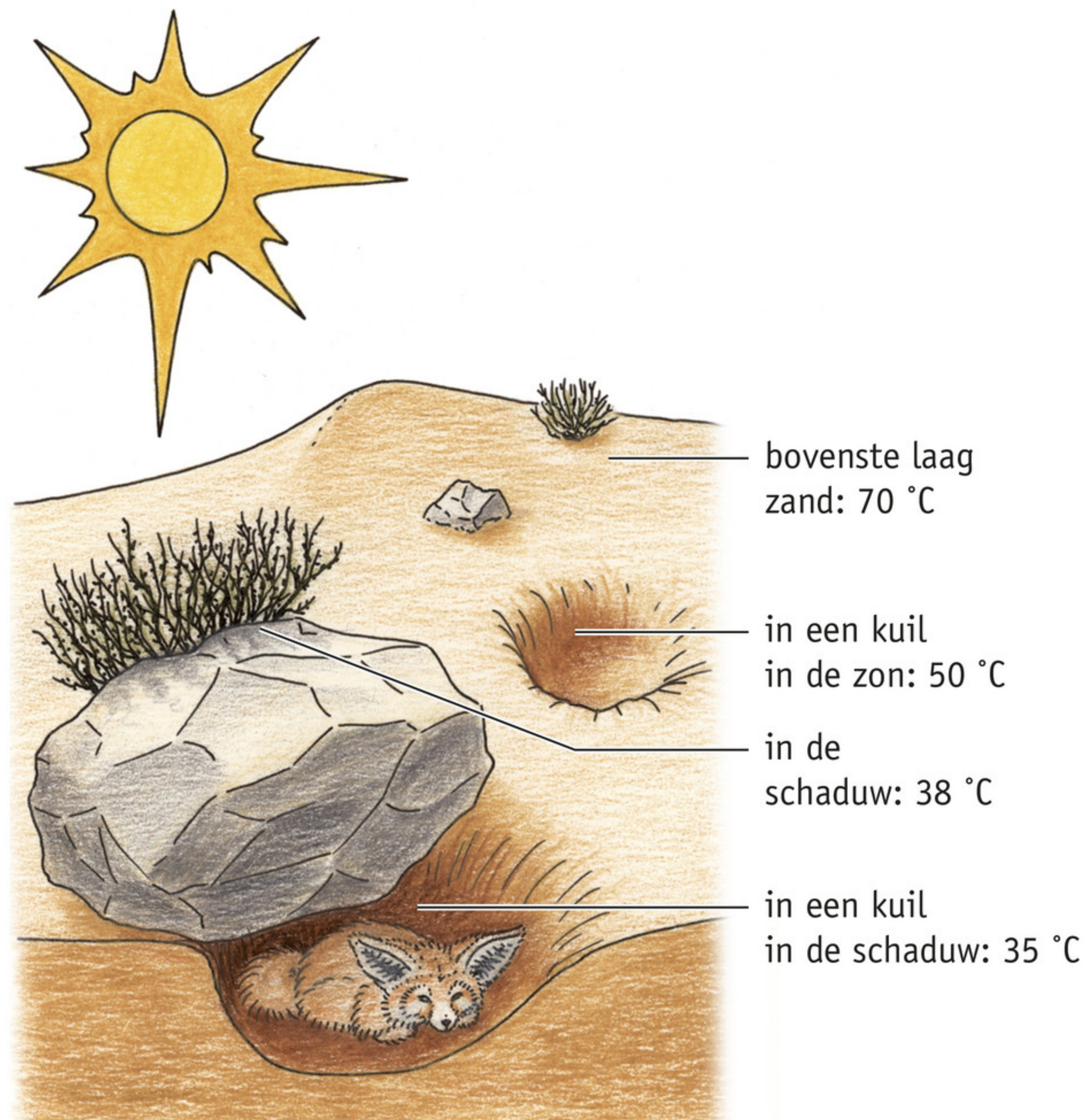
BIOLOGISCH EVENWICHT

In veel ecosystemen worden de populaties soms groter, dan weer kleiner. Bij de meeste populaties schommelt de populatiegrootte door de jaren heen om een evenwichtswaarde. We noemen dat een **biologisch evenwicht**. In afbeelding 18 is het biologisch evenwicht tussen konijnen en vossen schematisch weergegeven.

AANPASSINGEN

Planten en dieren zijn meestal goed aangepast aan het klimaat waarin ze leven. Ijsberen bijvoorbeeld hebben aanpassingen tegen de kou en cactussen hebben aanpassingen tegen de droogte. Maar planten en dieren moeten ook schommelingen in de abiotische factoren kunnen verdragen. In woestijnen kan de temperatuur overdag wel 50 °C hoger zijn dan 's nachts. Woestijnplanten moeten zulke sterke schommelingen kunnen verdragen. Woestijndieren kunnen de sterkste schommelingen vermijden door weg te kruipen op een beschutte plek (zie afbeelding 19).

► Afb. 19



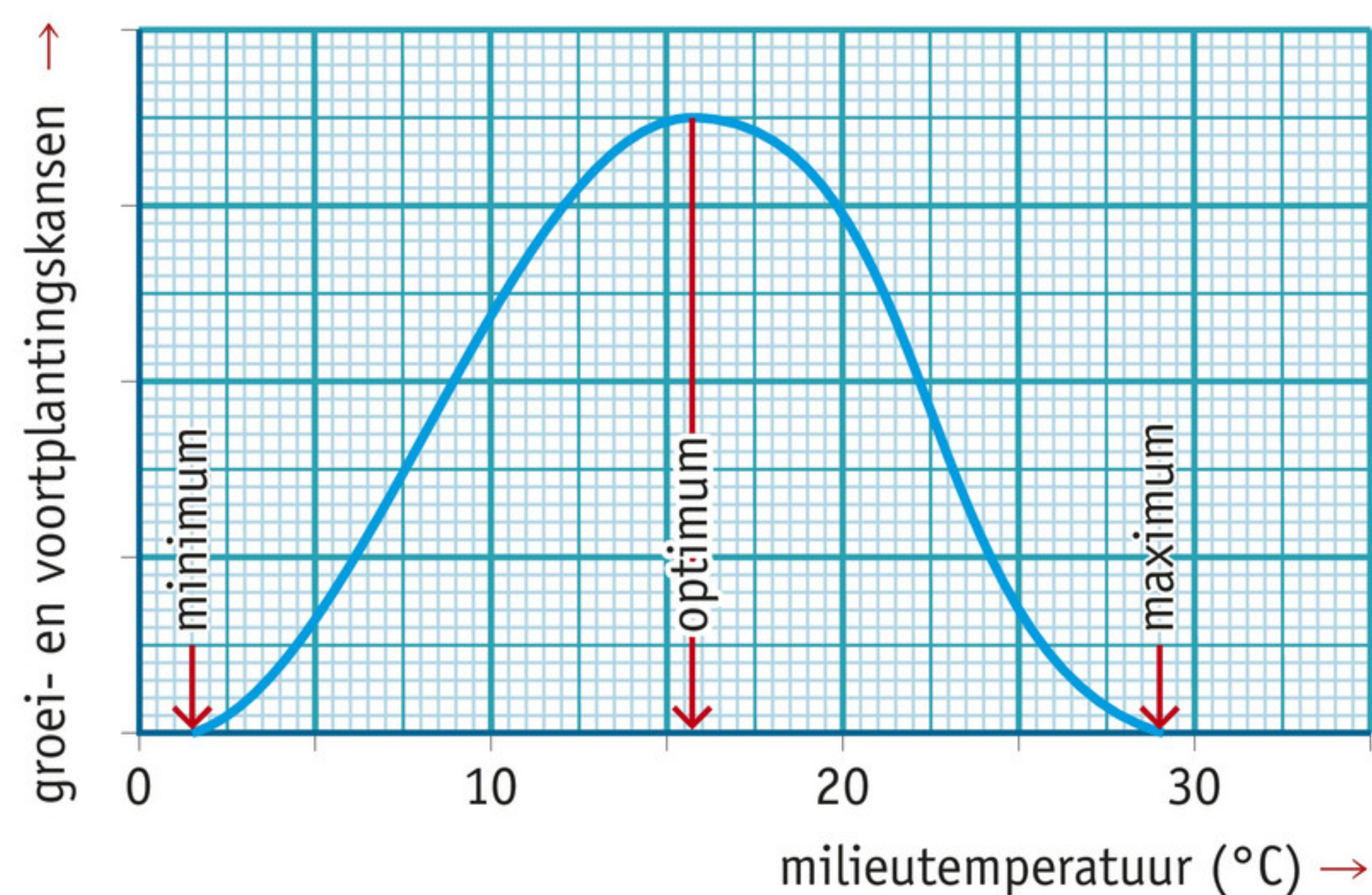
Een organisme kan schommelingen in de milieutemperatuur maar in bepaalde mate verdragen. Guppy's zijn tropische zoetwatervissen die veel in aquaria worden gehouden (zie afbeelding 20). Guppy's kunnen niet in leven blijven beneden een temperatuur van 5 °C. Dit is de minimumtemperatuur voor guppy's. Ze kunnen ook niet leven boven een temperatuur van 38 °C. Dit is de maximumtemperatuur voor guppy's. Bij een temperatuur van 22 °C hebben guppy's de grootste kans om in leven te blijven en nakomelingen te krijgen. In afbeelding 21 is in een diagram het verband weergegeven tussen de milieutemperatuur en de groei- en voortplantingskansen van guppy's. Zo'n diagram noem je een **optimumkromme**.

WB OPDRACHT 15 T/M 17 BLZ. 51

▼ Afb. 20 Guppy.



▼ Afb. 21 Het verband tussen de temperatuur en de groei- en voortplantingskansen van guppy's.



5 Aanpassingen bij dieren

Dieren hebben aanpassingen aan het milieu waarin ze leven. Deze aanpassingen kunnen te maken hebben met allerlei functies van het lichaam, zoals de voortbeweging, de voeding, de ademhaling, de voortplanting, enzovoort.

WATERDIEREN EN LANDDIEREN

Dieren die in het water leven, hebben andere kenmerken dan dieren die op het land leven. Vissen bijvoorbeeld hebben organen die bij landdieren niet voorkomen: kieuwen, vinnen, enzovoort. Een vis zwemt vooruit door in het water heen en weer te bewegen, vooral met zijn staartvin. De overige vinnen gebruikt een vis vooral om zich rechtop in het water te houden. De huid is bedekt met schubben, met daar overheen een laag slijm. Door dit slijm is de huid heel glad. Hierdoor is bij het zwemmen de weerstand laag. Ook door de lichaamsvorm is de weerstand in het water laag. Kop, romp en staart gaan geleidelijk in elkaar over. We noemen deze lichaamsvorm **gestroomlijnd**. Ook vogels en zoogdieren die in het water leven, zijn gestroomlijnd (zie afbeelding 22).

▼ **Afb. 22** Waterdieren zijn gestroomlijnd.



1 haai (een vis)

2 pinguïn (een vogel)

3 dolfijn (een zoogdier)

▼ **Afb. 23** Landdieren dragen hun eigen gewicht.



1 olifant (een zoogdier)



2 emoe (een vogel)

Dieren die op het land leven, hebben andere lichaamsvormen (zie afbeelding 23). Landdieren ondervinden meer last van hun eigen gewicht dan waterdieren. Waterdieren zweven in het water, ze worden als het ware 'gedragen' door het water. Misschien heb je dit zelf weleens gemerkt in een zwembad. Onder water kun je iemand gemakkelijk met één hand optillen, hoe zwaar hij of zij ook is. Maar op het land lukt dit niet. Landdieren hebben dan ook aanpassingen om hun eigen gewicht te kunnen dragen: stevige poten, een zwaar skelet, enzovoort.

WB OPDRACHT 18 BLZ. 54

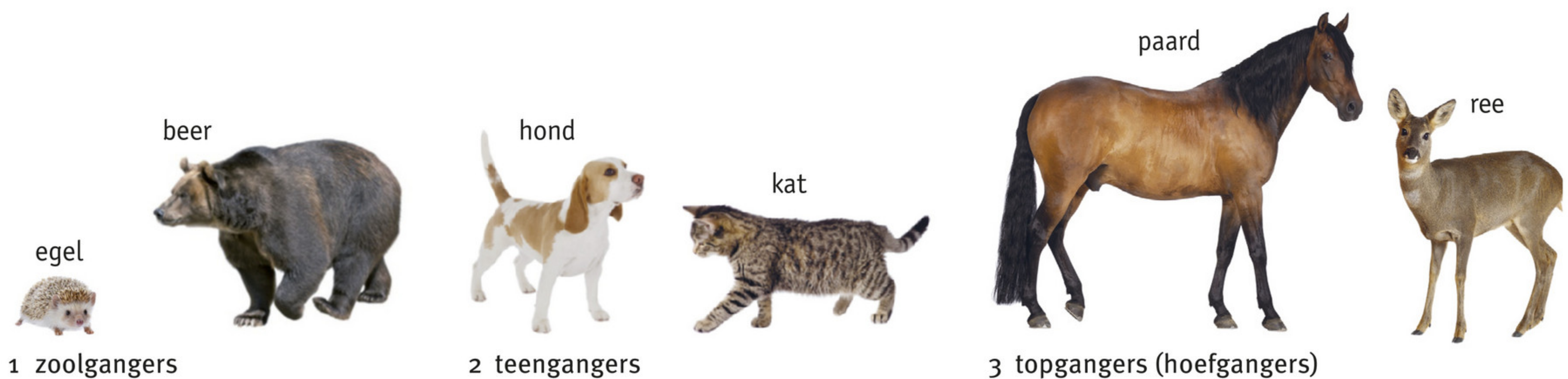
DE POTEN VAN ZOOGDIEREN

Voor de voortbeweging van landdieren is de weerstand van de ondergrond belangrijk. Je hebt vast weleens gemerkt dat je op een verharde weg veel sneller kunt lopen dan op los zand of op modder. De poten van landdieren bezitten dan ook aanpassingen aan de ondergrond. Als de ondergrond hard is, hebben dieren er voordeel bij als slechts een klein deel van de voet de grond raakt. Bij het lopen is dan de weerstand van de ondergrond zo klein mogelijk. Maar als de ondergrond zacht is, hebben dieren er juist voordeel bij als ze op de hele voet lopen. Ze zakken dan minder gauw weg in de zachte ondergrond.

In deel 1 heb je geleerd dat we bij zoogdieren **zoolgangers**, **teengangers** en **topgangers** kunnen onderscheiden (zie afbeelding 24). Topgangers worden ook wel **hoefgangers** genoemd. Bij deze dieren komen niet alle tenen tot ontwikkeling. Bij varkens komen vier tenen tot ontwikkeling en bij herten twee tenen. Bij paarden komt slechts één teen tot ontwikkeling. Van elke teen die tot ontwikkeling komt, raakt alleen het laatste teenkootje de grond. Dit teenkootje is omgeven door een hoof van hoornstof.

▼ **Afb. 24** Zoolgangers, teengangers en topgangers (hoefgangers).

WB OPDRACHT 19 BLZ. 55



DE POTEN VAN VOGELS

Ook de poten van vogels hebben aanpassingen aan het milieu. In afbeelding 25 zie je daar voorbeelden van.

Vogels die in bomen en struiken leven, moeten zich kunnen vastklemmen aan takken. Hun poten maken dit mogelijk. Van de vier tenen staan er drie naar voren en één naar achteren. Deze poten vind je bij **zangvogels** (bijvoorbeeld merels, spreeuwen, mezen, vinken).

Bij **roofvogels** (bijvoorbeeld buizerds, valken) en **uilen** hebben de tenen scherpe klauwen. Hiermee vangen deze vogels hun prooi.

Loopvogels (bijvoorbeeld struisvogels) zitten nooit op takken. Deze vogels hebben twee of drie tenen die naar voren staan. De teen die bij veel andere vogels naar achteren staat, ontbreekt.

Watervogels (bijvoorbeeld eenden, zwanen) drijven op het water. Bij deze vogels is de teen die naar achteren staat meestal klein. Tussen de tenen zitten zwemvliezen.

Steltlopers (bijvoorbeeld kieviten, scholeksters, wulpen) zoeken voedsel in ondiep water of in de modder. Deze vogels hebben lange poten, zodat hun romp droog blijft. Ze hebben lange tenen, waardoor ze minder snel in de modder wegzakken.

▼ **Afb. 25** De poten van vogels.

DE SNAVELS VAN VOGELS

Bij vogels is aan de vorm van de snavel te zien welk soort voedsel ze vooral eten. We zeggen dat de snavels van vogels aanpassingen hebben aan het voedsel dat ze eten. In afbeelding 26 zijn enkele snaveltypen getekend. Vogels die vooral zaden eten, hebben een **kegelsnavel**. Dat is een korte snavel waarmee ze veel kracht kunnen zetten. Hierdoor kunnen deze vogels harde zaden kraken.

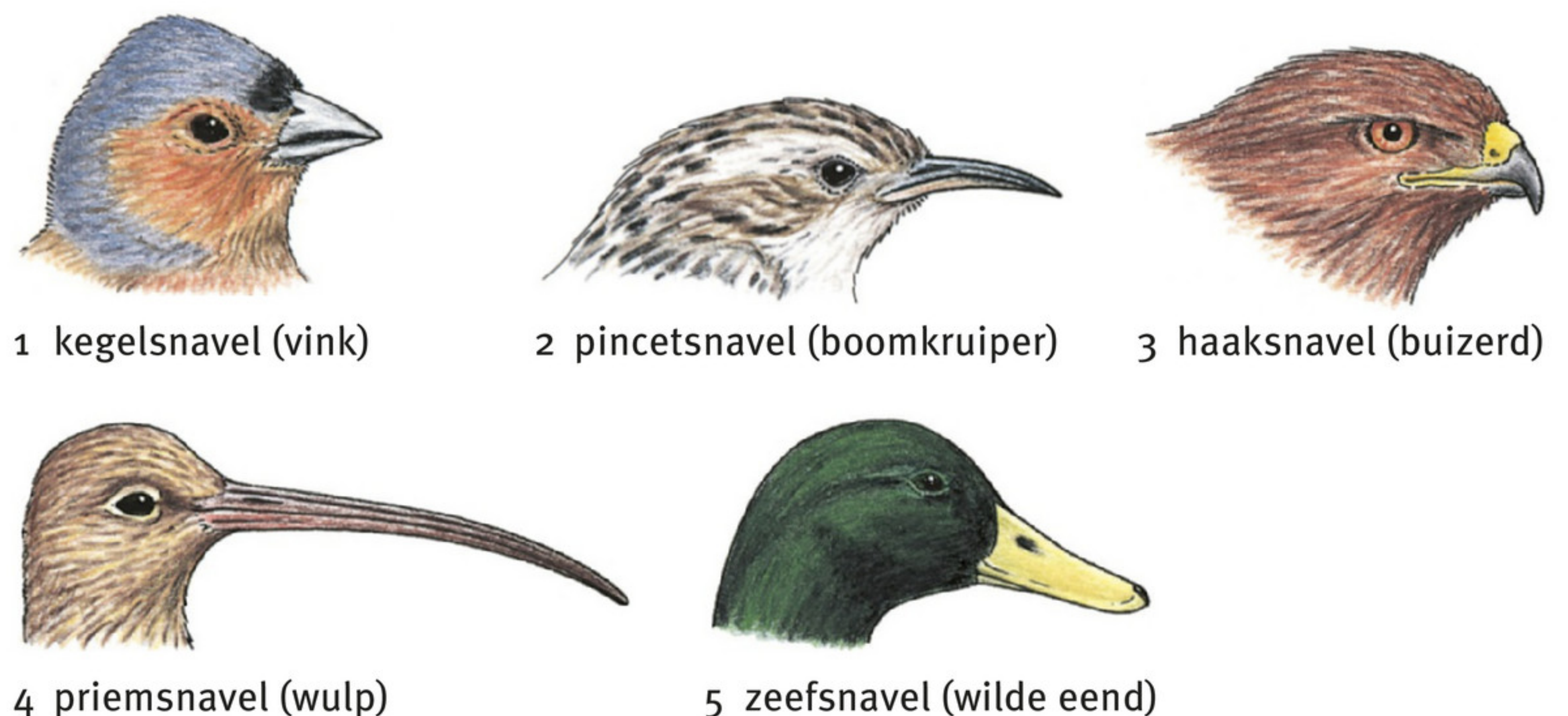
Vogels die vooral insecten eten, hebben een **pincetsnavel**. Dat is een puntige snavel waarmee ze insecten kunnen vangen. Vogels die insecten eten die meestal diep verborgen zitten, bijvoorbeeld in spleten in de schors van een boom, hebben een lange pincetsnavel.

Roofvogels hebben een **haaksnavel**. Hiermee kunnen ze een prooi in stukken scheuren.

Vogels die bodemdiertjes eten, hebben een **priemsnavel**. Met zo'n lange snavel kunnen de vogels diep in een natte bodem prikken.

Vogels die het water afslobberen naar kleine plantjes en diertjes hebben een **zeefsnavel**.

WB OPDRACHT 20 T/M 23 BLZ. 56

► **Afb. 26** Vogelkoppen met snaveltypen.

6 Aanpassingen bij planten

Ook planten hebben allerlei aanpassingen aan het milieu waarin ze leven. In deel 1 ben je al een aantal van deze aanpassingen tegengekomen. Je hebt bijvoorbeeld geleerd dat 's winters bij paardenbloemen de delen boven de grond afsterven. De wortel waarin reservevoedsel is opgeslagen overleeft de winter (zie afbeelding 27).

Je hebt ook geleerd dat veel bloemen aanpassingen hebben die bestuiving mogelijk maken (door de wind of door insecten). Vruchten en zaden hebben vaak aanpassingen die de verspreiding ervan mogelijk maken (zie afbeelding 28).

► **Afb. 27** Een paardenbloem.



1 in de zomer



2 in de winter

▼ **Afb. 28** Aanpassingen van zaden en vruchten aan de verspreiding.



1 verspreiding door de wind (zaadpluis)



2 verspreiding door dieren (bessen)



3 verspreiding door de plant zelf (springzaad)

LICHT

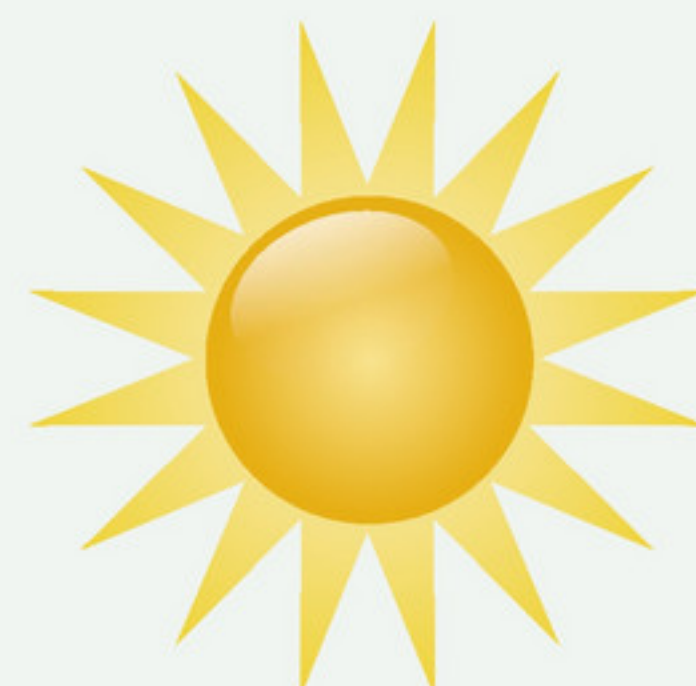
Planten hebben licht nodig voor de fotosynthese. De behoefte aan licht is niet voor iedere plant gelijk (zie afbeelding 29). **Zonplanten** groeien het best bij veel licht. Ze komen vooral voor op plaatsen met weinig of geen schaduw, bijvoorbeeld in het open veld of in woestijnen. **Schaduwplanten** groeien het best bij weinig licht. Ze komen voor op schaduwrijke plaatsen, bijvoorbeeld als bodembegroeiing in loofbossen. Schaduwplanten hebben vaak grote, dunne, donkergroene bladeren.

Bij veel planten heeft de hoeveelheid licht invloed op de vorming van bloemen. Schaduwplanten uit de bodembegroeiing in loofbossen bloeien vaak vroeg in het voorjaar. Ze ontvangen dan het meeste licht. Deze planten worden **voorjaarsbloeiers** genoemd.

▼ Afb. 29

De lichtbehoefte van planten

De hoeveelheid licht waarbij planten goed groeien, verschilt van soort tot soort. In het tuincentrum staat bij de planten vaak een kaartje met daarop bijvoorbeeld een zonnetje, een zonnetje met een wolkje of twee wolkjes. Deze tekeningetjes geven aan bij welke hoeveelheid licht de planten het best groeien.



zon



halfschaduw

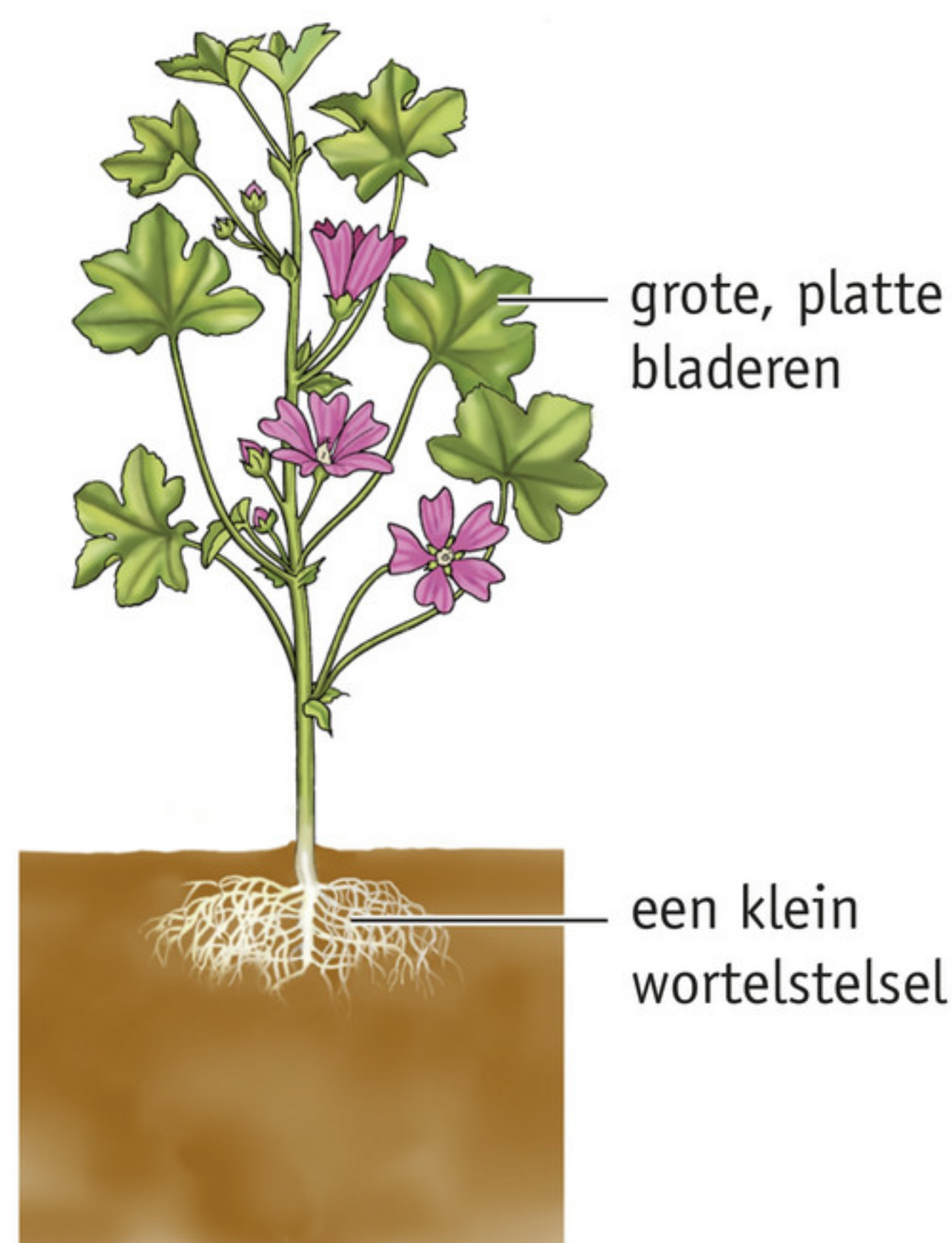


schaduw

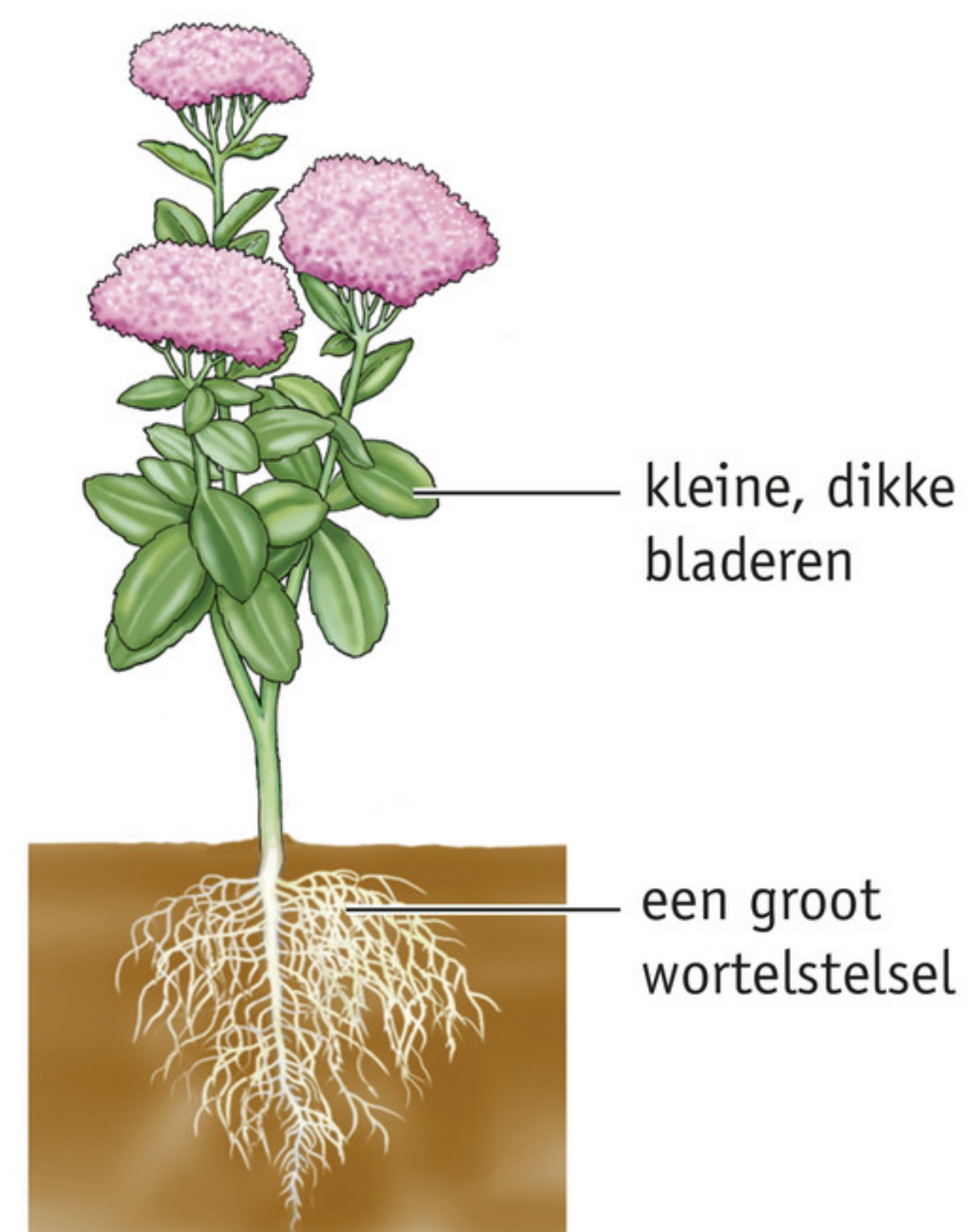
DROOGTE

Planten kunnen ook aanpassingen hebben om uitdroging tegen te gaan. In grote, platte bladeren kan veel fotosynthese plaatsvinden, maar er verdampt ook veel water. Planten die in een droog milieu staan, hebben dan ook kleine, dikke bladeren. Ze hebben meestal een groot wortelstelsel dat diep in de grond gaat. In een vochtige omgeving zijn lange wortels niet nodig (zie afbeelding 30).

► Afb. 30 Aanpassingen bij planten tegen uitdroging.



1 een landplant in een vochtig milieu



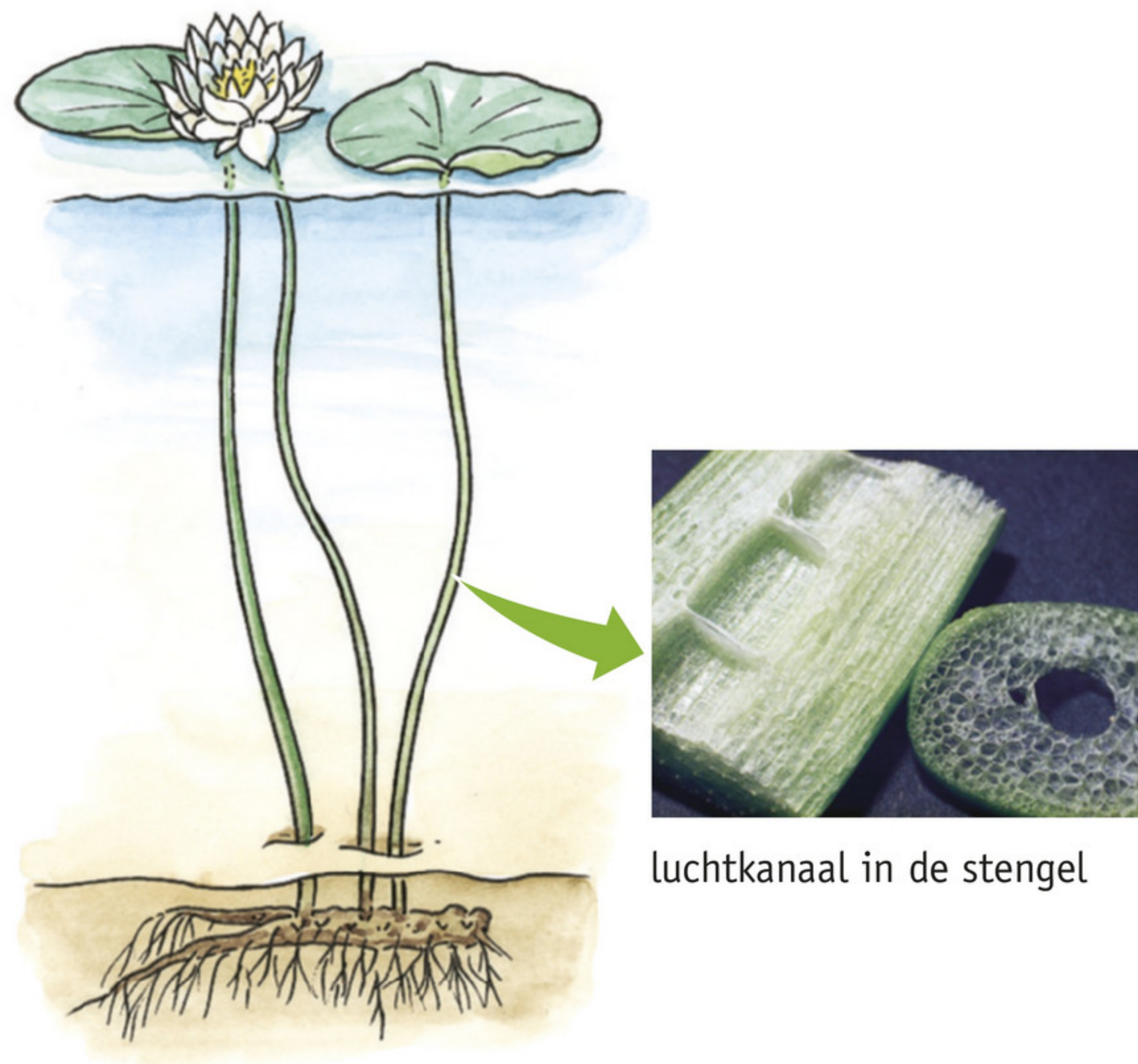
2 een landplant in een droog milieu

Voor planten die in het water leven, bestaat het gevaar van uitdroging niet. Waterplanten worden, net als waterdieren, door het water 'gedragen'. Ze hebben dan ook weinig stevige delen.

Een **waterlelie** heeft bladeren die op het water drijven (zie afbeelding 31). De stengels zijn slap en bevatten luchtkanalen. Door deze luchtkanalen kan zuurstof vanuit de bladeren de wortels bereiken. De bloemen van waterlelies steken boven het water uit.

WB OPDRACHT 24 T/M 26 BLZ. 59

▼ **Afb. 31** Waterlelie.



luchtkanaal in de stengel

7 Piramides

▼ **Afb. 32** Een eenvoudige voedselketen.

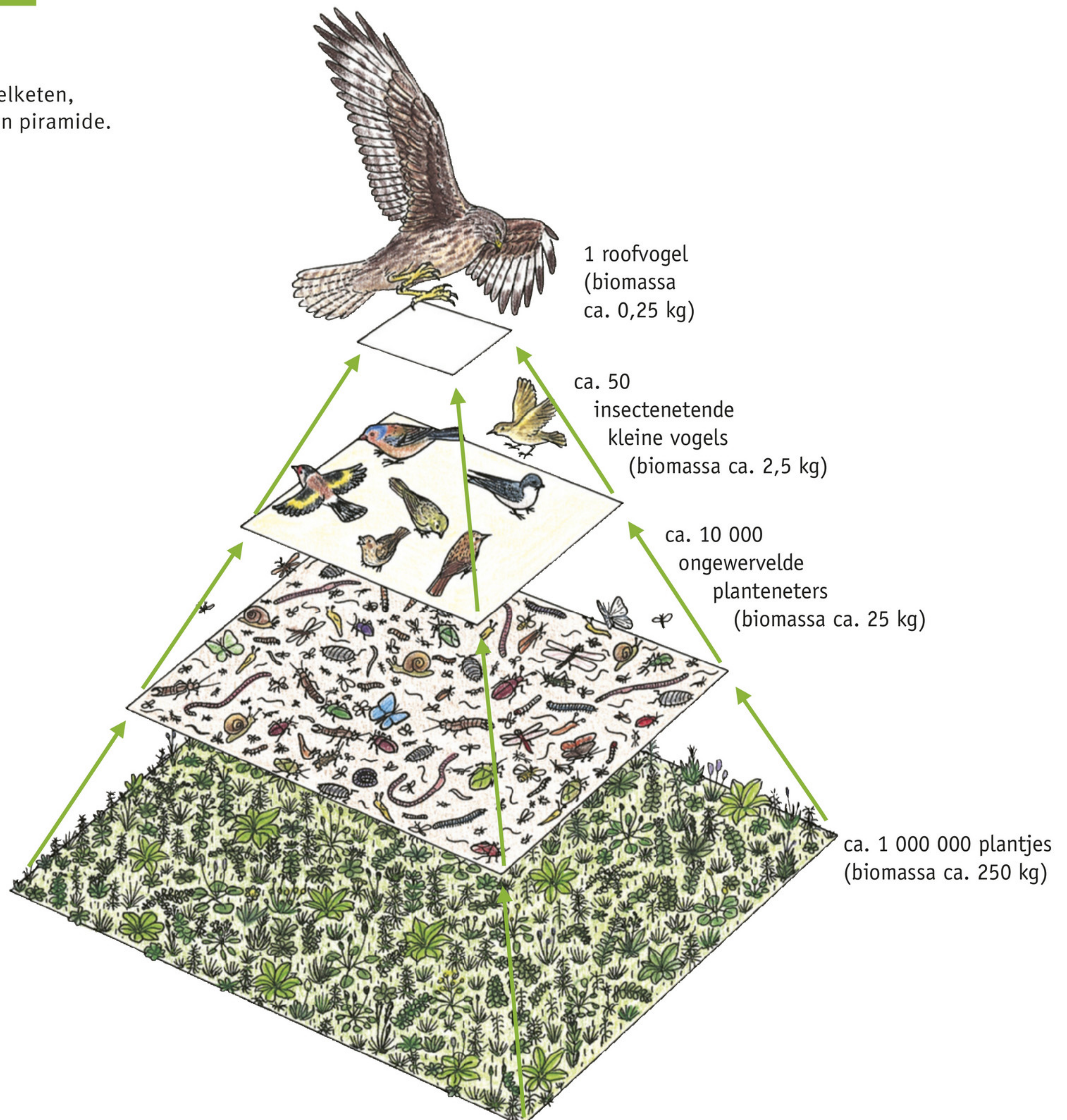


In een ecosysteem vormen alle voedselrelaties samen een voedselweb. Zo'n voedselweb is meestal te ingewikkeld om goed te kunnen bestuderen. Door alle organismen van een ecosysteem in te delen in producenten, consumenten van de eerste orde, consumenten van de tweede orde enzovoort, ontstaat een eenvoudige voedselketen (zie afbeelding 32). Die is veel gemakkelijker te bestuderen.

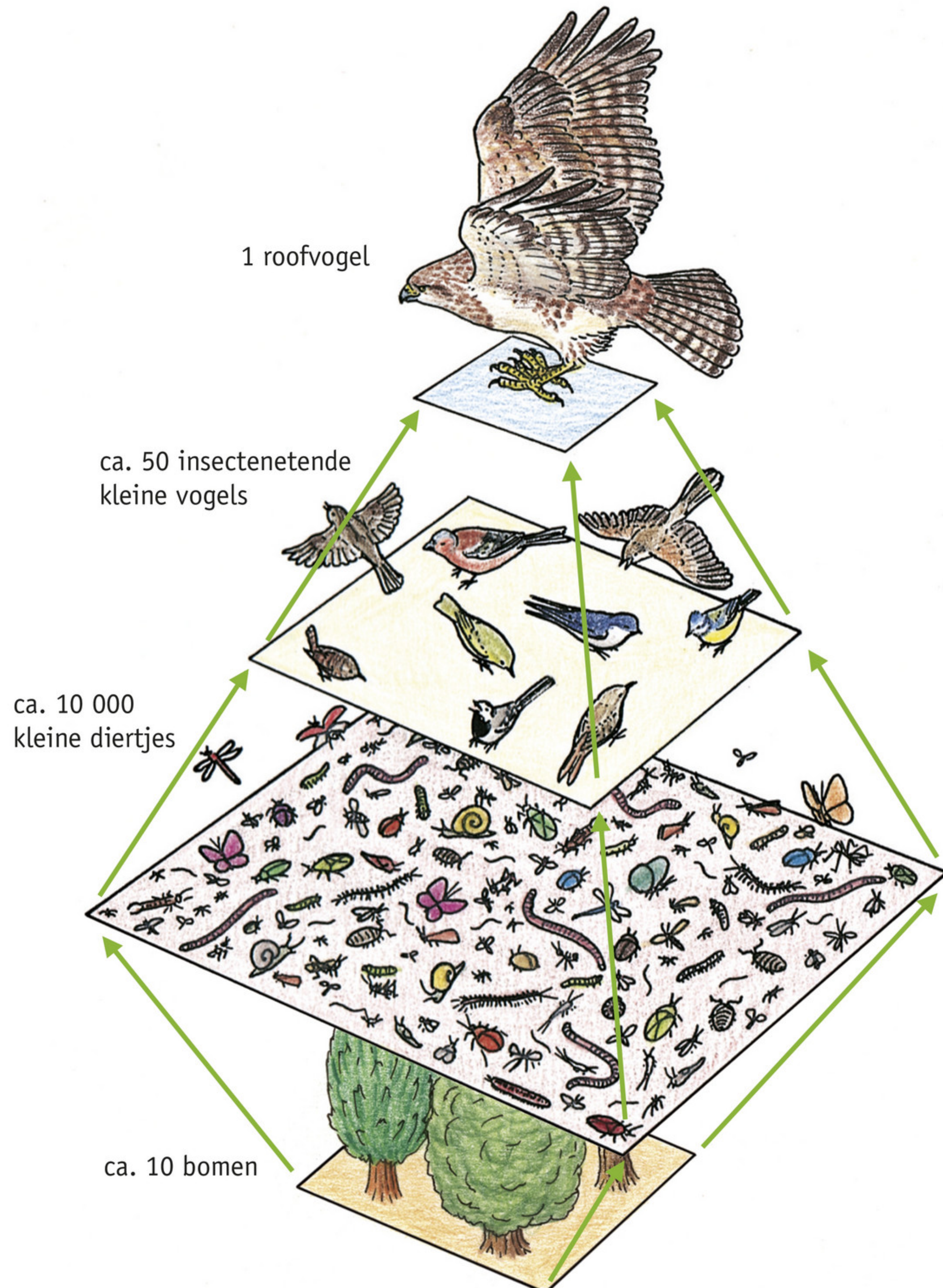
PIRAMIDE VAN AANTALLEN

Een voedselketen bestaat uit een opeenvolging van soorten organismen. Als je naar aantallen organismen kijkt, neemt het aantal individuen in iedere schakel meestal af. Hoeveel individuen elke schakel van een voedselketen heeft, kan worden weergegeven in een **piramide van aantallen**. In afbeelding 33 is zo'n piramide schematisch weergegeven.

► **Afb. 33** Een voedselketen, weergegeven als een piramide.



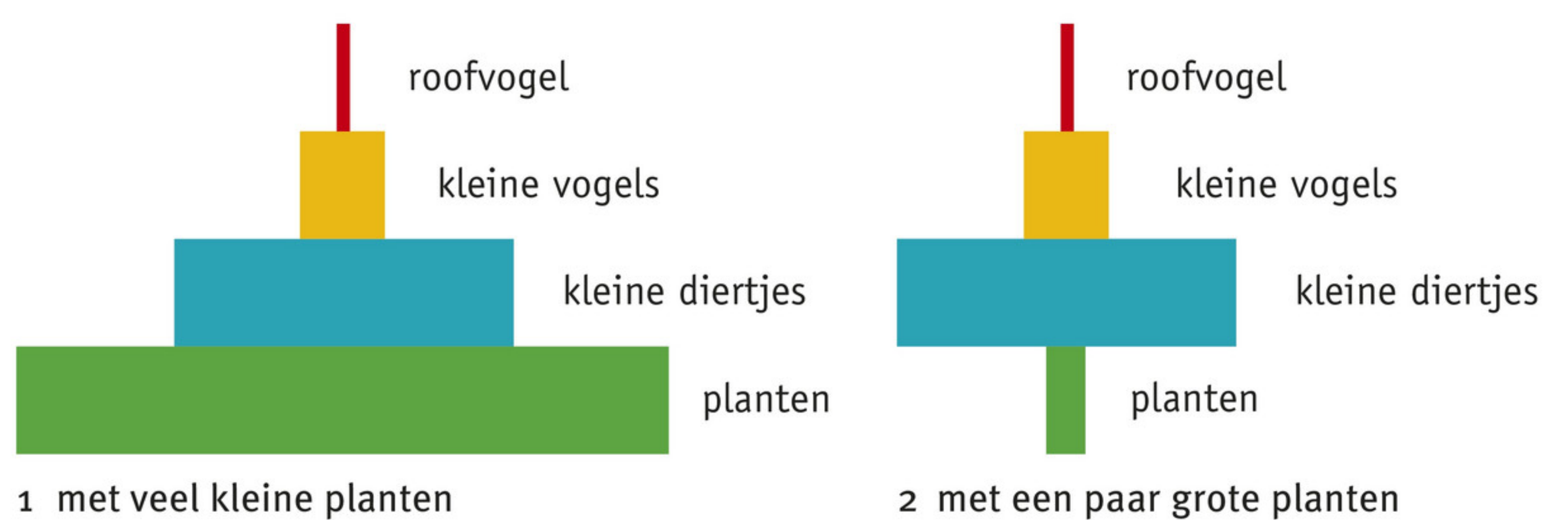
► **Afb. 34** Een piramide van aantallen met een afwijkende vorm.



Niet altijd neemt het aantal individuen in elke volgende schakel af. Het aantal bomen in een bos bijvoorbeeld is kleiner dan het aantal planteneters (slakken, rupsen, kevers). Zij vormen het voedsel voor een veel kleiner aantal vogels. In afbeelding 34 is zo'n afwijkende piramide van aantallen weergegeven.

Piramides van aantallen worden vaak schematisch weergegeven op de manier van afbeelding 35.

► **Afb. 35** Piramides van aantallen.



PIRAMIDE VAN BIOMASSA

Elk organisme bestaat uit veel verschillende stoffen, zoals water, koolhydraten, eiwitten, vetten en mineralen. Je hebt geleerd dat koolhydraten, eiwitten en vetten energierijke stoffen zijn. Het totale gewicht van alle energierijke stoffen in een organisme wordt de **biomassa** van dat organisme genoemd.

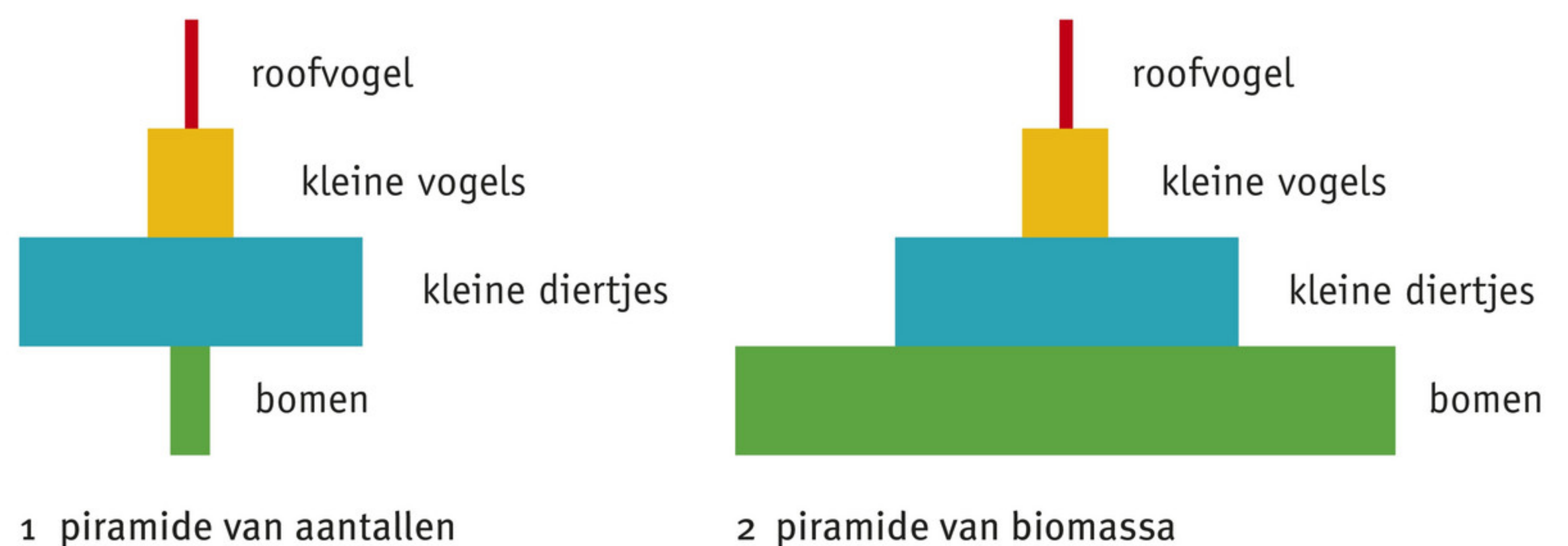
Van een voedselketen kun je ook nagaan hoeveel biomassa elke schakel heeft. Je moet dan de biomassa's van alle organismen van een schakel bij elkaar optellen. In afbeelding 33 is bij elke schakel de biomassa weergegeven. Je ziet dat de biomassa van planten veel groter is dan die van planteneters. Deze is weer groter dan de biomassa van insectenetende vogels, enzovoort.

Een **piramide van biomassa** geeft de biomassa weer van elke schakel van een voedselketen. Een piramide van biomassa heeft altijd een piramidevorm. In afbeelding 34 heb je gezien dat de piramide van aantallen soms een afwijkende vorm heeft. In afbeelding 36 zie je dat ook bij deze ecosystemen de piramide van biomassa een piramidevorm heeft.

In een voedselketen wordt de biomassa in elke volgende schakel kleiner.

WB OPDRACHT 27 EN 28 BLZ. 61

► **Afb. 36** Piramides van dezelfde voedselketen.



8 Successie

In nieuwbouwwijken kun je vaak zandheuvelds zien. Als dit zand enige tijd blijft liggen, gaan er na verloop van tijd planten op groeien. Een paar jaar later zul je een dichtere begroeiing aantreffen (zie afbeelding 37).

▼ Afb. 37

Een zandhoop in een nieuwbouwwijk

Leidsche Rijn is een wijk in Utrecht die is gebouwd om de uitbreiding van de stad te kunnen opvangen. Het was ooit de grootste nieuwbouwlocatie in Nederland. Voor de aanleg van wegen en huizen is veel zand nodig. Vaak zie je in een nieuwbouwwijk dan ook grote zandhopen liggen (zie afbeelding 1). Als de zandhopen enige tijd liggen, raken ze begroeid. Een van de eerste

planten die op zo'n zandhoop groeit, is koolzaad (zie afbeelding 2). Ook gras en klaproos zijn soorten die kale stukken grond snel kunnen bedekken. Als zo'n zandhoop enkele jaren blijft liggen, groeien er steeds meer soorten op. Het geel van het koolzaad verdwijnt en er verschijnen struiken en jonge bomen.



1



2

▼ Afb. 38 Een kaal stuk rots raakt begroeid met korstmossen.



Ook een kaal stuk rots raakt begroeid, al gebeurt dat erg langzaam. De omstandigheden zijn in het begin heel ongunstig. De wortels van planten kunnen zich niet vastzetten op een kale rots. De temperatuur verschilt sterk: overdag in de volle zon kan het op de rots wel 50 °C warmer zijn dan 's nachts. Door wind, regen en vorst begint de **verwering** van het stuk rots. Vooral in de kieren en scheurtjes ontstaat gruis. Met de wind worden fijne bodemdeeltjes aangevoerd, die vermengd raken met het gruis. Deze ondergrond is voor korstmossen voldoende om te kunnen groeien (zie afbeelding 38). Al snel zullen de eerste diertjes zich tussen de korstmossen vestigen. Er is dan een ecosysteem ontstaan op het stuk rots.

PIONIARECOSYSTEEM

Het eerste ecosysteem dat op een onbegroeid terrein ontstaat, noemen we een **pionierecosysteem**.

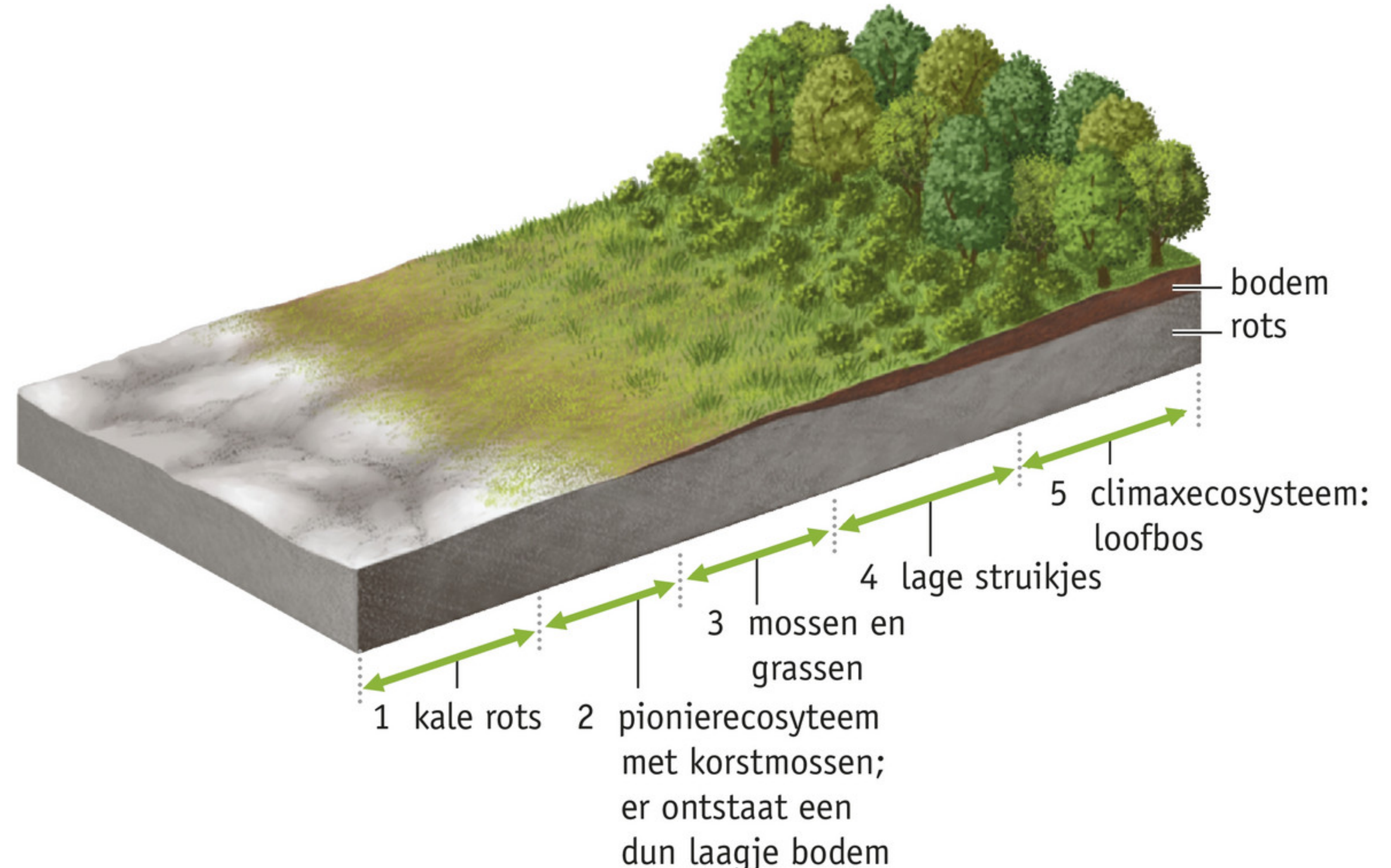
Een pionierecosysteem heeft weinig verschillende soorten planten en dieren. Van de soorten die er leven, zijn veel individuen aanwezig. Doordat er maar weinig verschillende soorten zijn, is het voedselweb eenvoudig.

Als een rots begroeid is met korstmossen, worden de omstandigheden gunstiger. De rots wordt minder heet als de zon erop schijnt. Als er korstmossen doodgaan, ontstaat op de ondergrond een klein beetje **humus**. Humus bestaat uit meer of minder vergane dode resten van organismen en reducenten (bacteriën en schimmels). Hierdoor bevat humus veel voedingsstoffen voor planten. Door de humus ontstaat op de rots een dunne laag **bodem**.

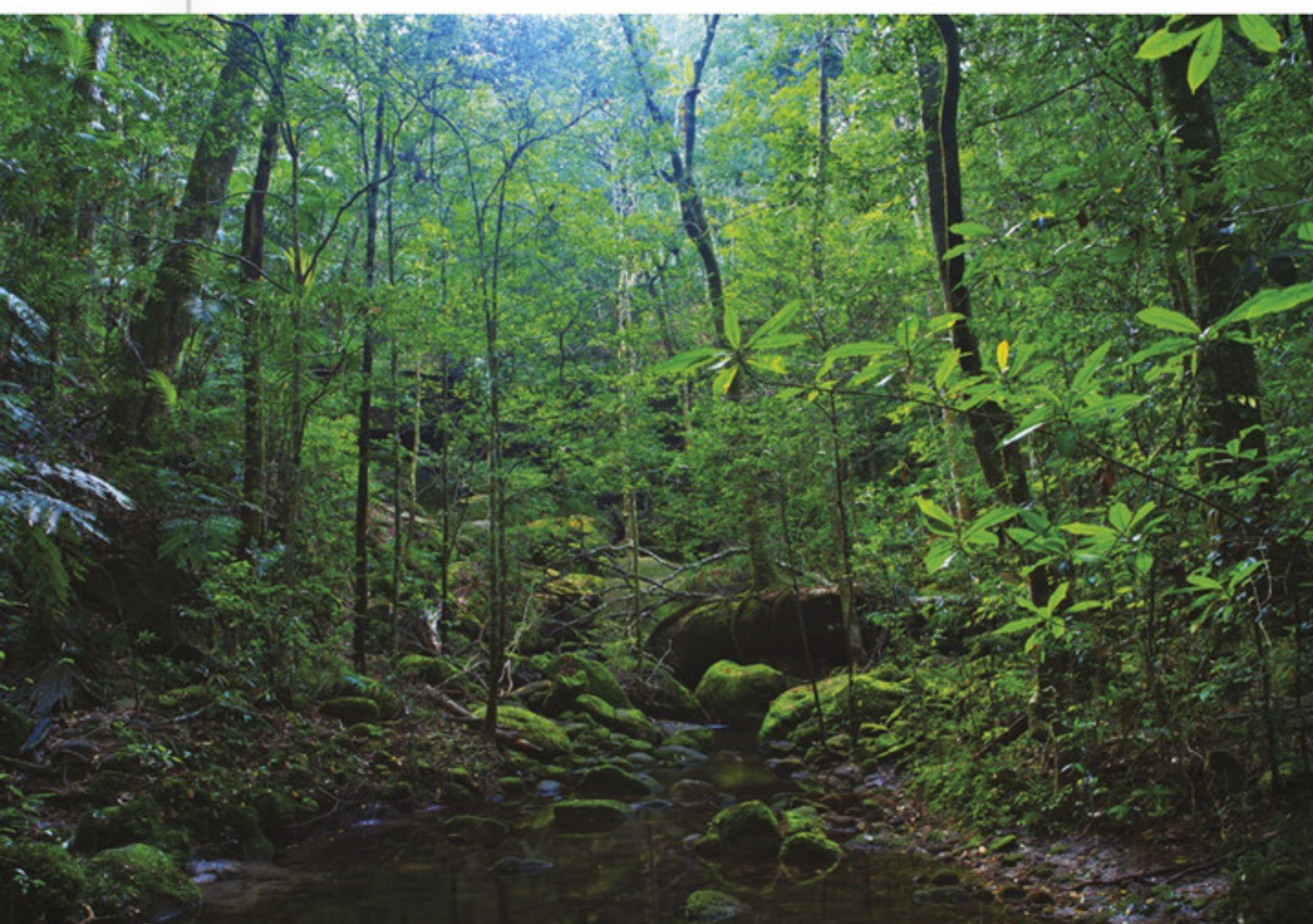
Op een dunne bodem die humus bevat, kunnen mossen en sommige kruidachtige planten (bijvoorbeeld grassen) zich vestigen. Deze planten zullen de korstmossen langzaam verdringen. Als gevolg hiervan zullen zich op de rots ook andere diersoorten vestigen.

De wortels van planten versnellen de verwerking van het stuk rots. Door de dode resten van planten ontstaat er meer humus. Bovendien worden de abiotische factoren gematigder. Overdag wordt het in de schaduw van de planten minder heet en 's nachts houden de planten warmte vast. Hierdoor wordt het terrein geschikt voor steeds meer soorten planten en dieren. Er vindt een opeenvolging plaats van verschillende planten- en diersoorten. We noemen deze opeenvolging **successie** (zie afbeelding 39).

► **Afb. 39** De successie op een kaal stuk rots.



▼ **Afb. 40** Een climaxecosysteem is soortenrijk.



CLIMAXECOSYSTEEM

De successie kan uitmonden in een eindstadium waarbij de abiotische factoren min of meer constant zijn. De aanwezige planten- en diersoorten worden niet meer verdrongen door andere soorten. Dit eindstadium wordt **climaxecosysteem** genoemd. Een climaxecosysteem is meestal erg soortenrijk. Hierdoor is het voedselweb ingewikkeld. Voorbeelden van climaxecosystemen zijn tropische regenwouden en in Nederland loofbossen.

Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet de invloeden op organismen kunnen indelen in biotische en abiotische factoren.

- Biotische factoren: invloeden afkomstig van de levende natuur.
 - Bijv. soortgenoten, roofdieren, ziekteverwekkers.
- Abiotische factoren: invloeden afkomstig van de levenloze natuur.
 - Bijv. temperatuur, licht, wind, lucht, water.

DOELSTELLING 2

Je moet de niveaus van de ecologie kunnen beschrijven.

- Individu: één enkel organisme.
- Populatie: een groep individuen van dezelfde soort in een bepaald gebied, die zich onderling voortplanten.
- Levensgemeenschap: alle populaties die in een ecosysteem leven.
- Ecosysteem: een gebied met bepaalde biotische en abiotische factoren.

DOELSTELLING 3

Je moet van organismen uit een ecosysteem de voedselrelaties kunnen aangeven.

- Voedselketen: een reeks soorten, waarbij elke soort voedselbron is voor de volgende soort.
 - Elke voedselketen heeft een plantensoort als eerste schakel.
- Voedselweb (voedselnet): het geheel van voedselrelaties in een ecosysteem.

DOELSTELLING 4

Je moet de kringloop van stoffen in een ecosysteem kunnen beschrijven en verschillende groepen organismen erin kunnen aangeven.

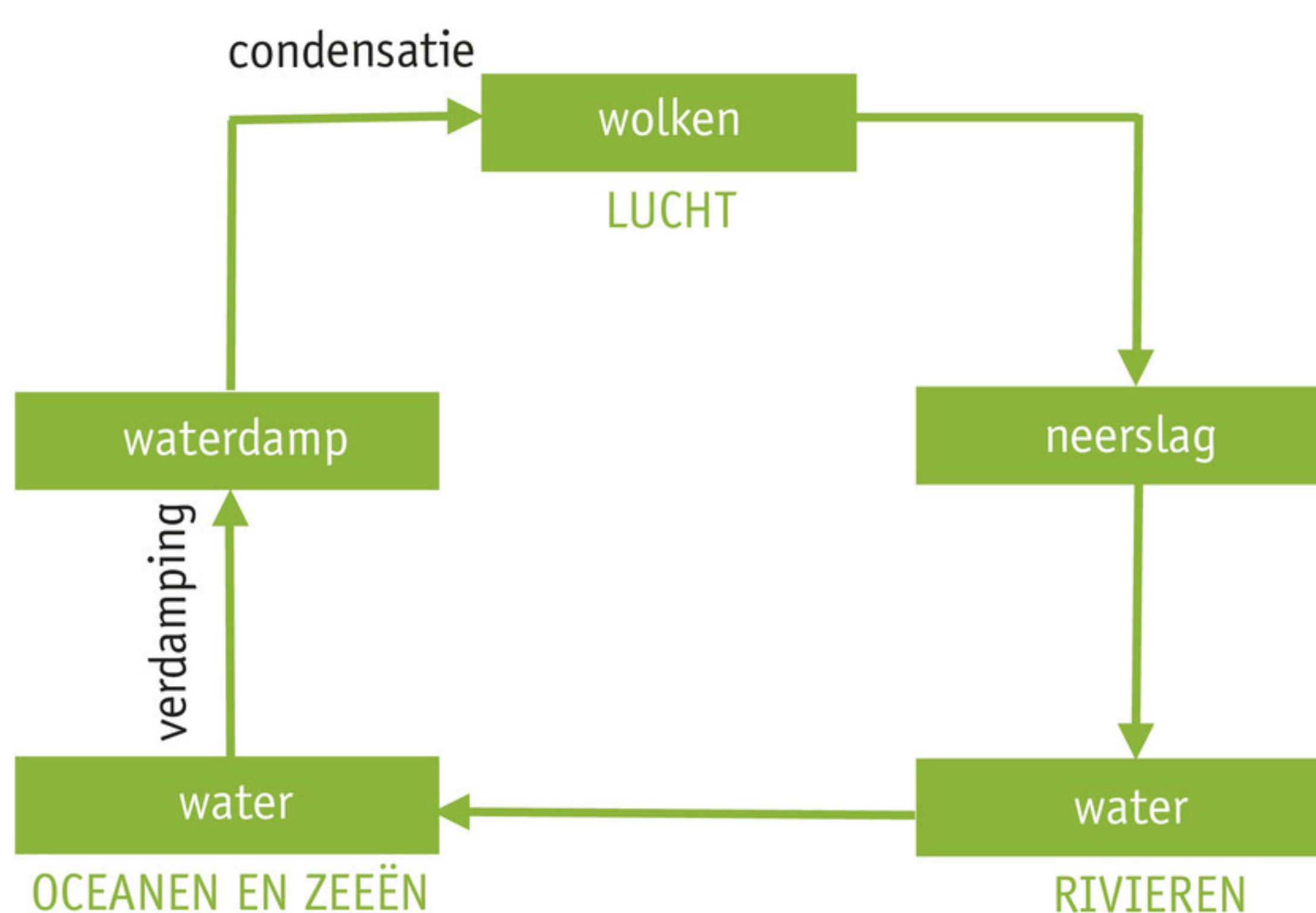
- Producenten: leveren het voedsel voor alle andere organismen.
 - Planten zijn producenten. In de groene delen van planten vindt fotosynthese plaats.

- Consumenten: eten de stoffen die door planten zijn gemaakt.
 - Consumenten van de eerste orde worden gegeten door consumenten van de tweede orde, en die weer door consumenten van de derde orde, enz.
 - Tot de consumenten behoren planteneters, vleeseters, alleseters en afvaleters.
 - Dieren zijn consumenten.
- Reducenten: ruimen de dode resten van organismen op.
 - Hierdoor komen er weer voedingsstoffen vrij voor de producenten.
 - Bacteriën en schimmels zijn reducenten.

DOELSTELLING 5

Je moet de kringloop van water kunnen beschrijven.

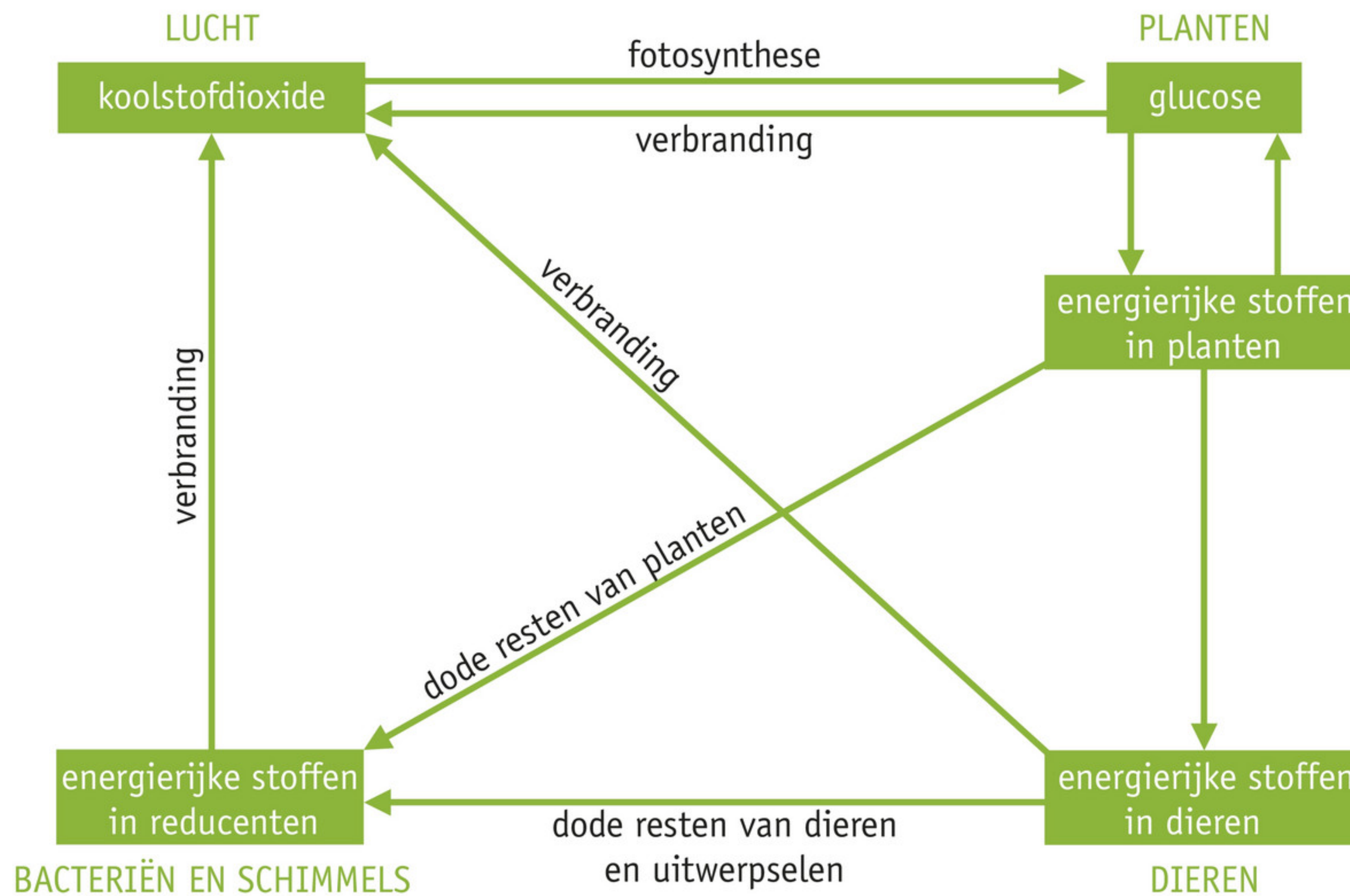
▼ Afb. 41



DOELSTELLING 6

Je moet de kringloop van koolstof kunnen beschrijven.

▼ Afb. 42



DOELSTELLING 7

Je moet de invloed kunnen aangeven van biotische en abiotische factoren op de grootte van een populatie.

- De populatiegrootte is afhankelijk van biotische en abiotische factoren.
 - Biologisch evenwicht: een toestand waarin de grootte van elke populatie in een ecosysteem schommelt om een bepaalde waarde.
- Organismen bezitten aanpassingen aan het milieu waarin ze leven.
 - Voor elke abiotische factor kunnen de groei- en voortplantingskansen van de populatie in een optimumkromme worden weergegeven.

DOELSTELLING 8

Je moet bij dieren aanpassingen aan het milieu kunnen beschrijven.

- Aanpassingen bij dieren om de weerstand van het water zo klein mogelijk te maken.
 - Het lichaam is gestroomlijnd.
 - Bij vissen zijn de schubben van de huid bedekt met een laag slijm.
- Aanpassingen bij landdieren om hun eigen gewicht te dragen.
 - Stevige poten en een zwaar skelet.

- Aanpassingen bij zoogdieren aan de ondergrond.
 - Zoolgangers: lopen op de hele voetzool (bijv. apen, beren). Daardoor zakken ze op een zachte ondergrond niet zo snel weg.
 - Teengangers: lopen op de hele tenen (bijv. honden, katten).
 - Topgangers (hoefgangers): lopen op de toppen van de tenen (bijv. paarden, herten). Daardoor ondervinden ze weinig weerstand van de bodem. Topgangers kunnen alleen goed lopen op een harde bodem.
- Aanpassingen bij de poten van vogels.
 - Veel vogels hebben drie tenen naar voren en één teen naar achteren (bijv. zangvogels). Hierdoor kunnen ze zich vastklemmen aan takken.
 - Roofvogels en uilen hebben scherpe klauwen.
 - Loopvogels hebben geen teen naar achteren.
 - Watervogels hebben zwemvliezen tussen de tenen (bijv. eenden).
 - Steltlopers hebben lange poten.
- Aanpassingen bij de snavels van vogels.
 - Kegelsnavel: bij zangvogels die zaden eten.
 - Pincetsnavel: bij zangvogels die insecten eten.
 - Haaksnavel: bij roofvogels en uilen.
 - Priemsnavel: bij vogels die bodemdierpjes eten (bijv. steltlopers).
 - Zeefsnavel: bij vogels die kleine plantjes en diertjes uit het water zeven (bijv. eenden).

DOELSTELLING 9

Je moet bij planten aanpassingen aan het milieu kunnen beschrijven.

- Aanpassingen bij planten aan de hoeveelheid licht.
 - Zonplanten: groeien het best bij veel licht (bijv. in het open veld).
 - Schaduwplanten: groeien het best bij weinig licht (bijv. op de bodem van een loofbos).
 - Voorjaarsbloeiers: op de bodem van een loofbos bloeien veel schaduwplanten vroeg in het voorjaar, doordat de hoeveelheid licht dan het grootst is.
- Aanpassingen bij landplanten die in een vochtig milieu leven.
 - Grote, platte bladeren.
 - Een zwak ontwikkeld wortelstelsel.
- Aanpassingen bij landplanten die in een droog milieu leven.
 - Kleine, dikke bladeren (bij cactussen stekels of harde haren).
 - Soms opslag van water in de stengels (bijv. bij cactussen).
 - Een sterk ontwikkeld wortelstelsel.
- Aanpassingen bij waterplanten.
 - De stengels zijn slap.
 - De stengels kunnen luchtkanalen bevatten (bijv. bij waterlelies).

EXTRA DOELSTELLING 10

Je moet kunnen omschrijven wat piramides van aantallen en van biomassa weergeven.

- Piramide van aantallen: geeft van elke schakel van een voedselketen het aantal individuen weer.
 - In een voedselketen neemt het aantal individuen in elke volgende schakel meestal af.
 - Soms is dit niet het geval. Dan heeft de piramide van aantallen geen piramidevorm.
- Piramide van biomassa: geeft van elke schakel van een voedselketen de biomassa weer.
 - Biomassa: het totale gewicht van alle energierijke stoffen.
 - In een voedselketen wordt de biomassa in elke volgende schakel kleiner.
 - De piramide van biomassa heeft altijd een piramidevorm.

EXTRA DOELSTELLING 11

Je moet kunnen omschrijven wat successie is en hierbij een pionierecosysteem en een climaxecosysteem kunnen onderscheiden.

- Successie: de opeenvolging van planten- en diersoorten in een bepaald gebied, waardoor een ecosysteem geleidelijk overgaat in een ander ecosysteem.
 - Humus is een mengsel van stoffen, vrijgekomen uit resten van organismen, en reducenten.
- Pionierecosysteem: het eerste ecosysteem dat op een onbegroeid terrein ontstaat.
 - De abiotische factoren wisselen sterk.
 - De bodem is humusarm.
 - Het ecosysteem is soortenarm.
 - Van elke soort zijn er veel individuen.
 - Het voedselweb is eenvoudig.
- Climaxecosysteem: het eindstadium van de successie.
 - De abiotische factoren zijn min of meer constant.
 - Het ecosysteem is soortenrijk.
 - Het voedselweb is ingewikkeld.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

BASISSTOF

- Je hebt geoefend in het halen van informatie uit artikelen.
- Je hebt geoefend in het aflezen van diagrammen.

EXTRA BASISSTOF

- Je hebt geleerd een piramide van aantallen en van biomassa te tekenen.
- Je hebt geoefend in het halen van informatie uit artikelen.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

In afbeelding 43 is een artikel weergegeven over merantibomen. In dit artikel staan enkele factoren die van invloed zijn op de overlevingskansen van de kiemplanten van merantibomen.

- 1 Noem twee biotische factoren voor kiemplanten van merantibomen uit het artikel.
- 2 Noem twee abiotische factoren uit het artikel.

▼ Afb. 43

Merantibomen

Merantibomen zijn woudreuzen die onder andere groeien in de tropische regenwouden van Indonesië. Deze bomen bloeien eens in de vier jaar en produceren dan gevleugelde vruchten. De vleugels zorgen ervoor dat de wind de vruchten kan verspreiden.

Doordat in het oerwoud op de bosbodem bijna geen licht doordringt, blijven de meeste kiemplanten niet lang in leven. Alleen vlak bij volwassen merantibomen blijven de kiemplanten in leven.

Uit onderzoek is gebleken dat vlak bij volwassen merantibomen bepaalde schimmels in de bosbodem voorkomen. Deze schimmels voeden zich met suikers uit de wortels van de merantibomen. Ze geven deze suikers ook door aan de kiemplanten die daar vlakbij staan. Deze kiemplanten kunnen daardoor wel overleven.



DOELSTELLING 2

Noteer of de volgende omschrijvingen een individu, een populatie, een levensgemeenschap of een ecosysteem weergeven.

- 1 Een groep individuen van dezelfde soort in een bepaald gebied, die zich onderling voortplanten.
- 2 Een bos (zie afbeelding 44).
- 3 Een hert in een bos.
- 4 De bosanemonen in een bos.
- 5 Alle organismen in een ecosysteem.

▼ Afb. 44

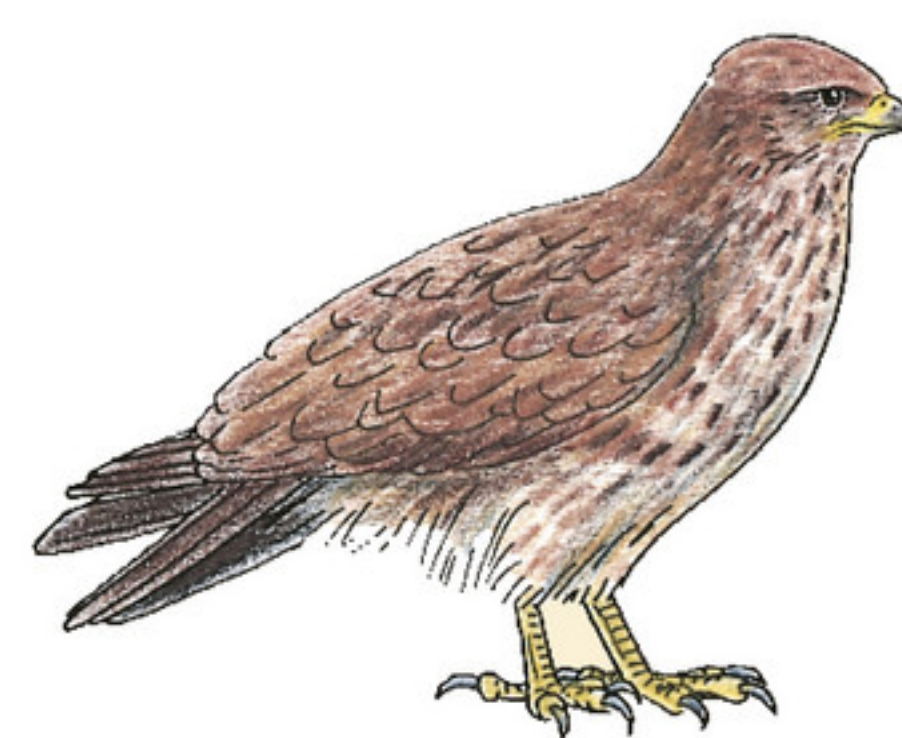


DOELSTELLING 3

- 1 In afbeelding 45 zijn vier soorten organismen getekend. In je werkboek is een schema van een voedselketen getekend.

Vul in dit schema de soorten organismen van afbeelding 45 op de juiste plaats in.

▼ Afb. 45



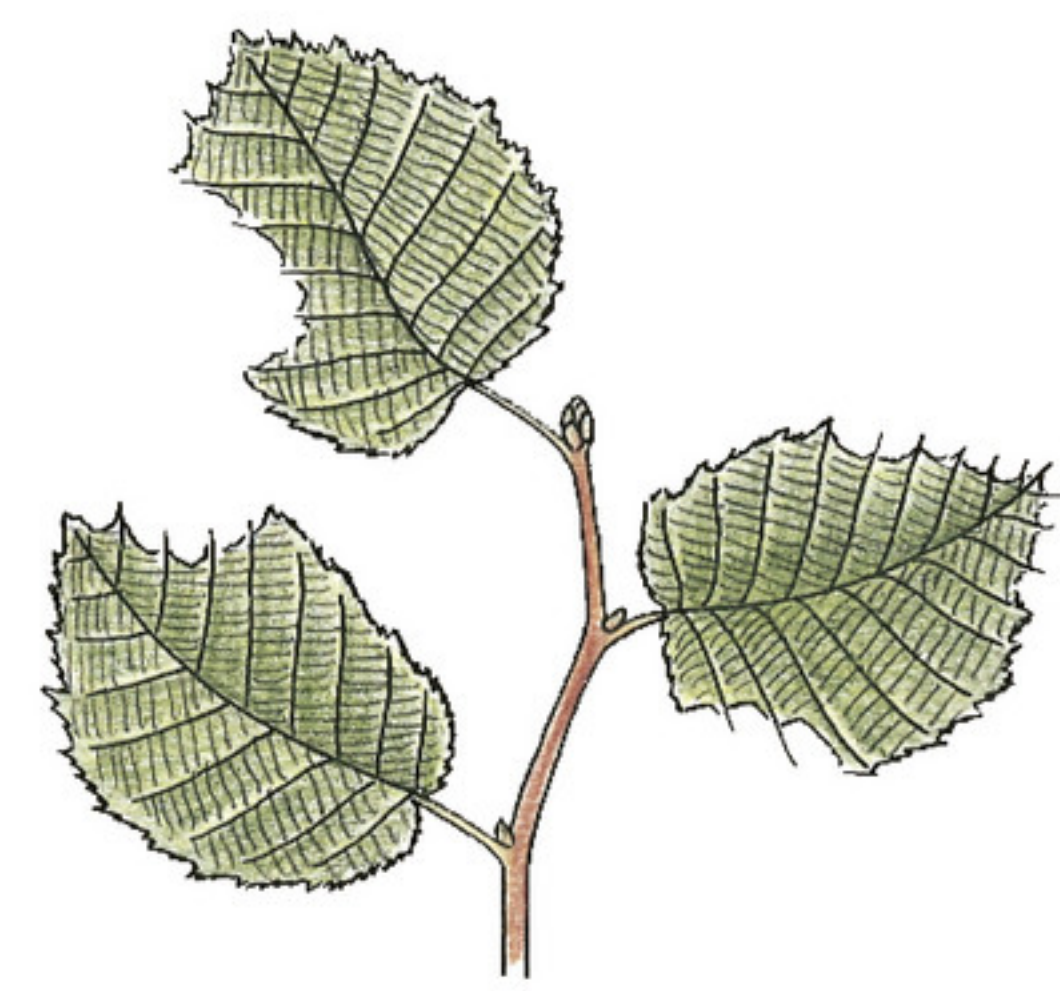
buizerd



rups



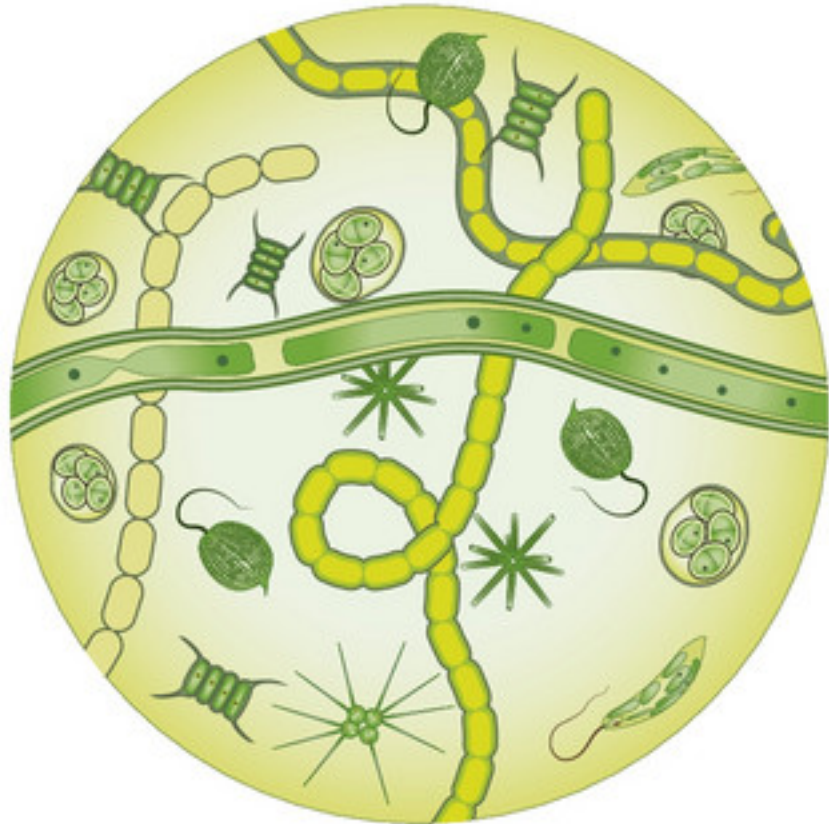
lijster



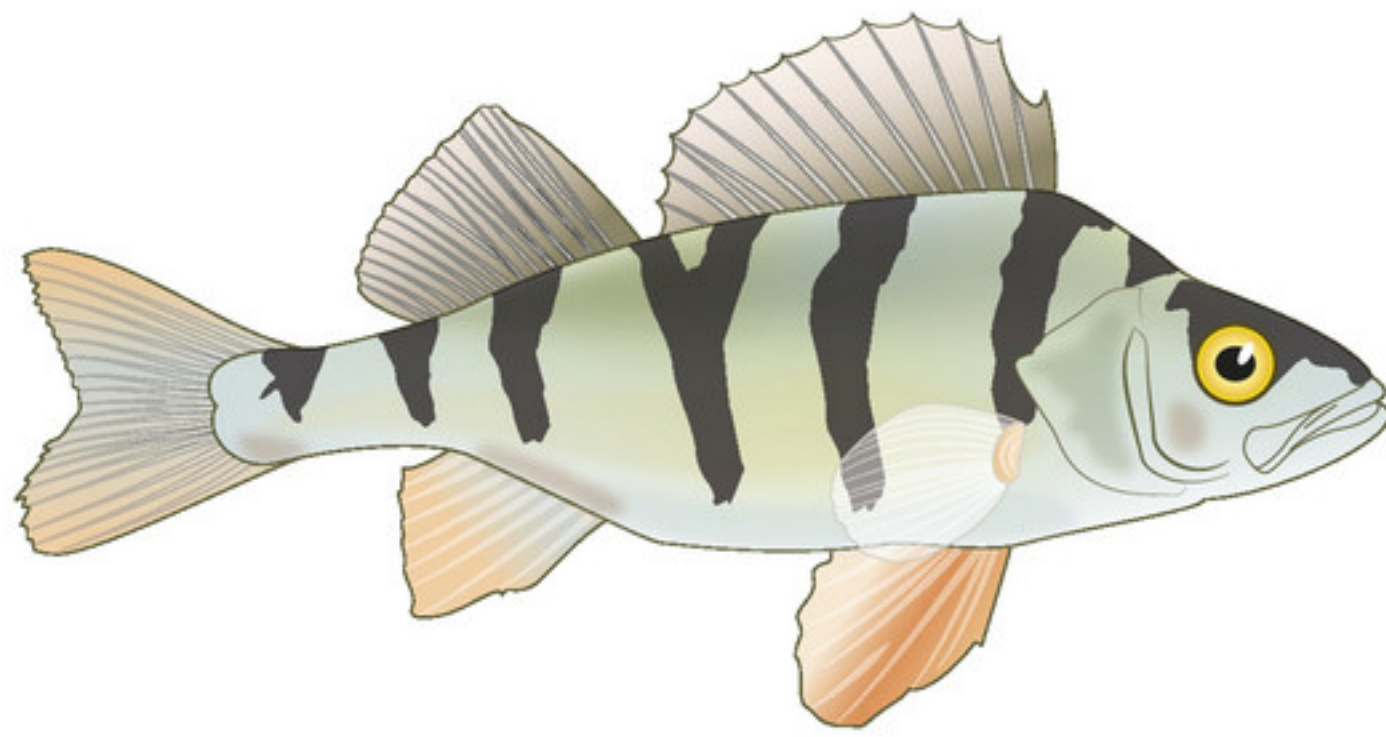
hazelaar

- 2 In je werkboek is een schema van een voedselweb getekend.
Vul in dit schema de organismen van afbeelding 46 op de juiste plaats in. Trek pijlen tussen de vakken.

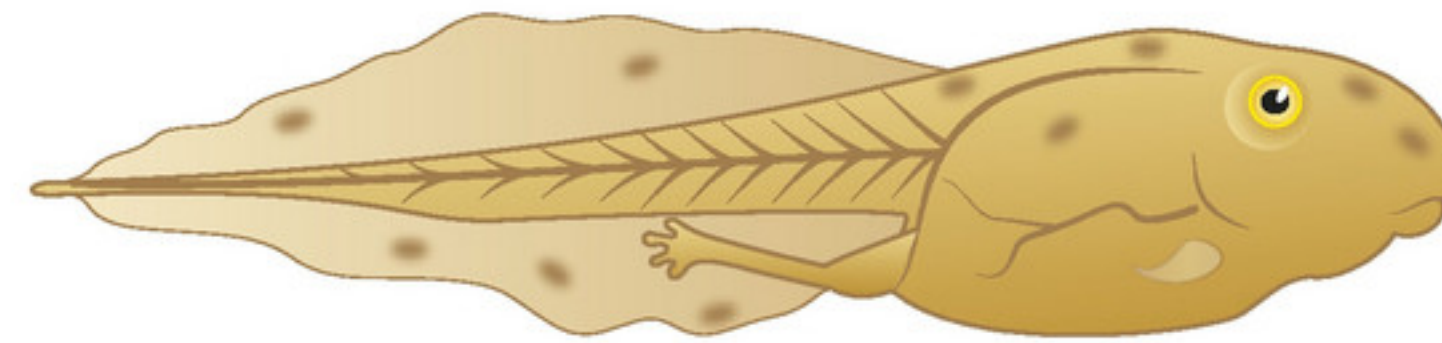
▼ Afb. 46



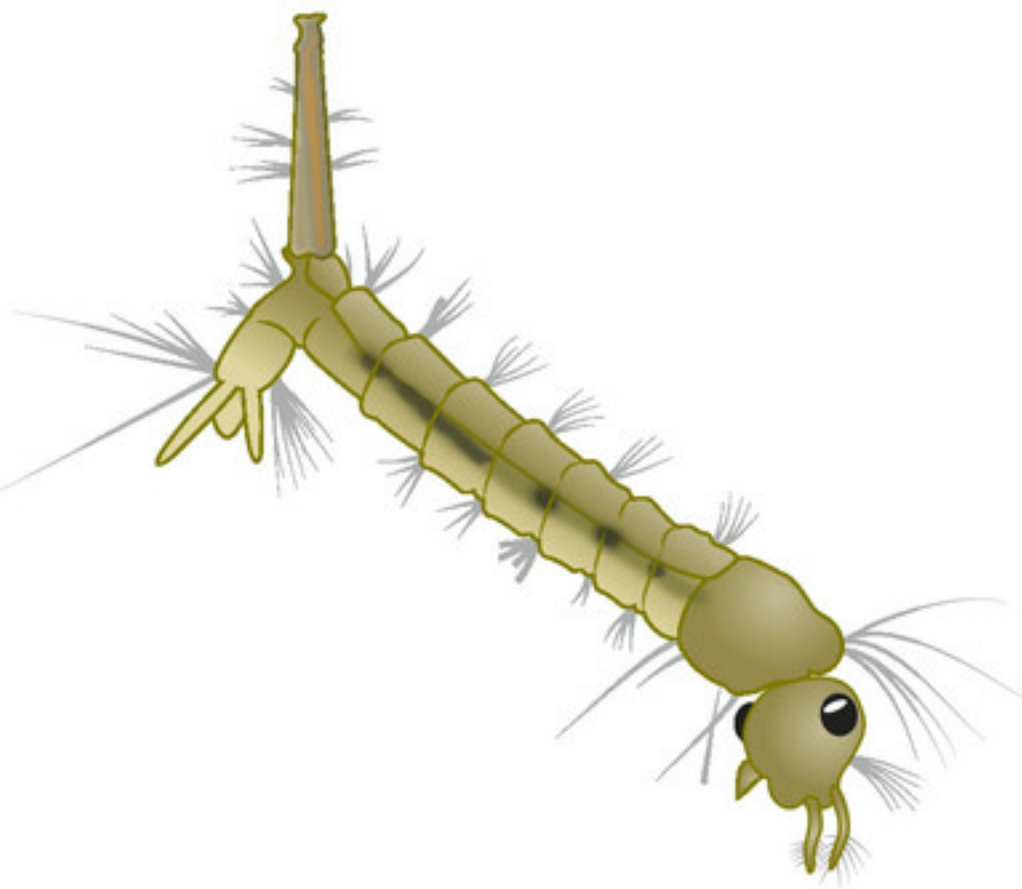
alg



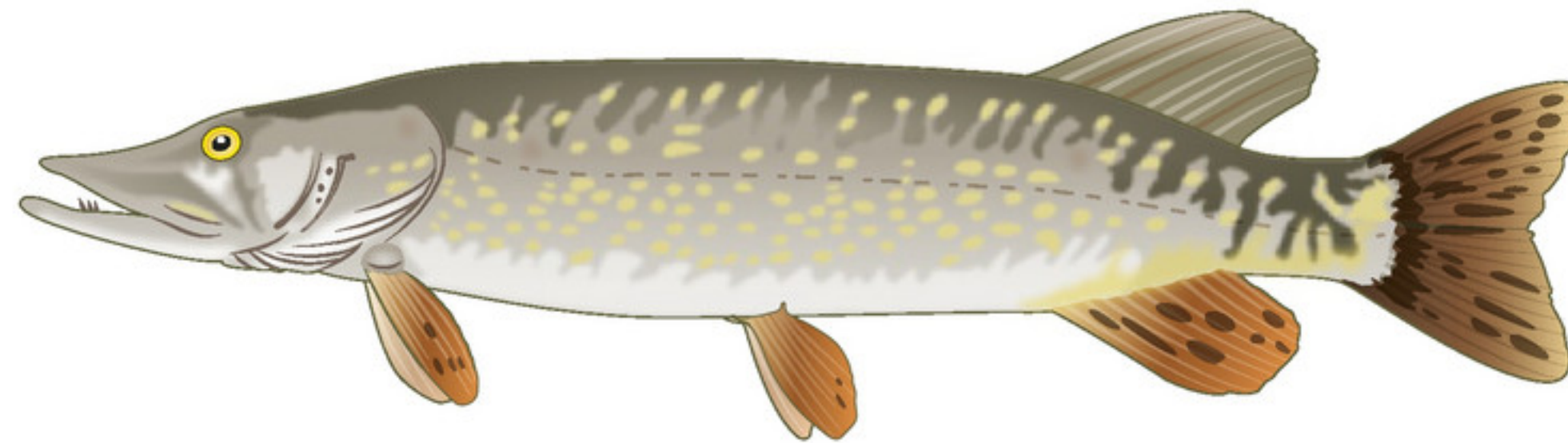
baars



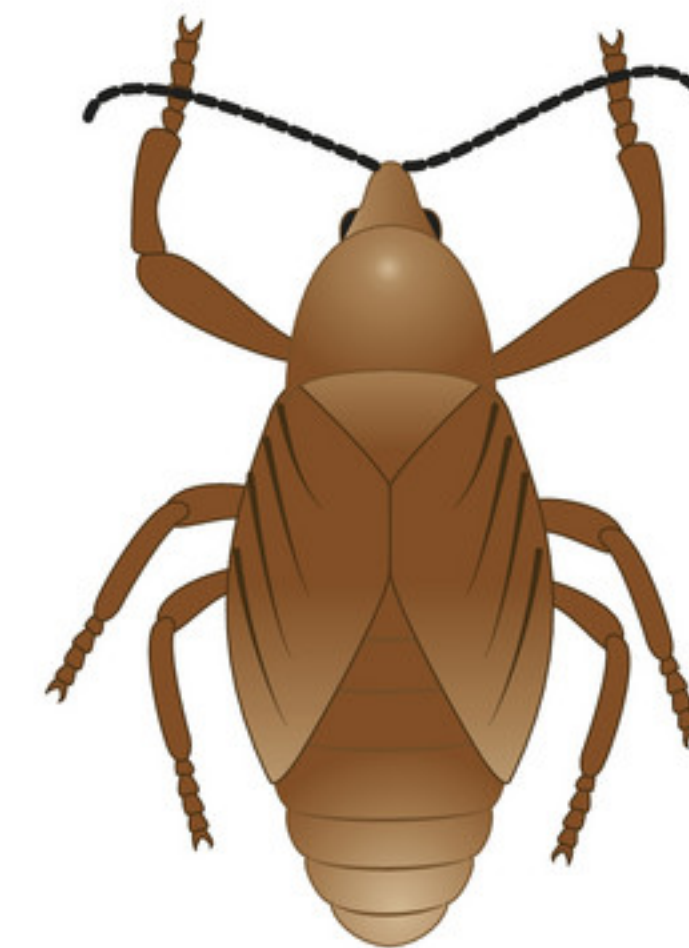
kikkervisje



muggenlarve



snoek



waterkever

DOELSTELLING 4

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Afhankelijk van de voedselkeuze kunnen bij dieren alleseters, planteneters en vleeseters worden onderscheiden.
Welke van deze groepen dieren behoren in de kringloop van stoffen tot de consumenten?
 - A Alleen de planteneters.
 - B Alleen de alleseters en de vleeseters.
 - C De alleseters, de planteneters en de vleeseters.
- 2 Afbeelding 47 is een artikel over eekhoorns. Behoren eekhoorns tot de alleseters, tot de planteneters of tot de vleeseters?
 - A Tot de alleseters.
 - B Tot de planteneters.
 - C Tot de vleeseters.

▼ Afb. 47

Minder eekhoorns

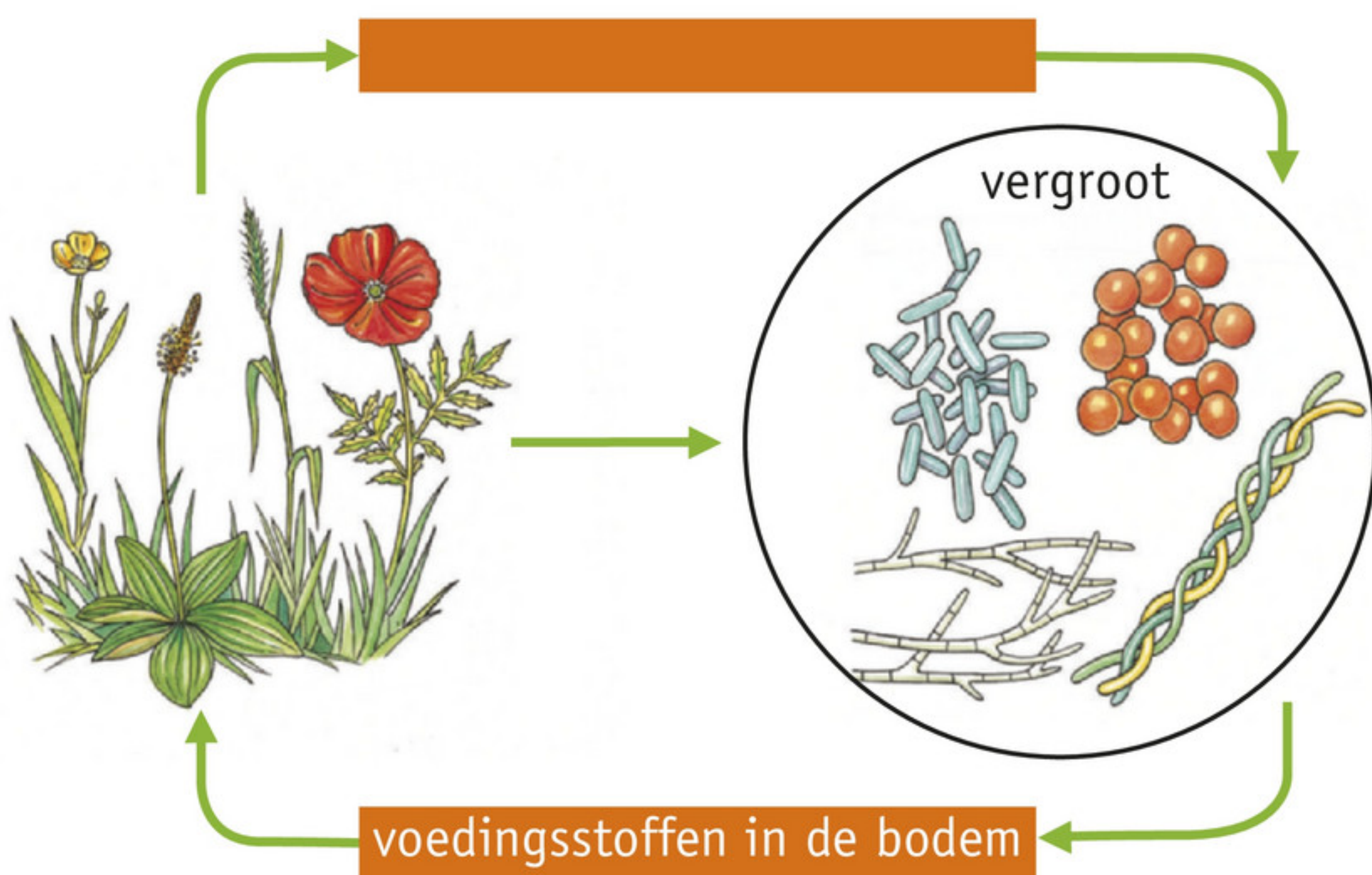
In heel Nederland hebben eekhoorns te lijden gehad onder een gebrek aan eikels en beukenootjes. In de periode 2008–2011 waren er al weinig bosvruchten. Daarnaast werd de schaarste in 2012 gevolgd door een lange winter met veel sneeuw. Naast eikels en andere zaden eten eekhoorns ook insecten en soms zelfs jonge vogels.



- 3 In afbeelding 48 is een kringloop van stoffen schematisch getekend. Wat moet er in het lege vak staan om de kringloop compleet te maken?

A Een bacterie.
B Een dier.
C Een plant.

▼ Afb. 48



- 4 Door welke groep van organismen wordt voedsel voor alle andere organismen geproduceerd?

A Door dieren.
B Door mensen.
C Door planten.

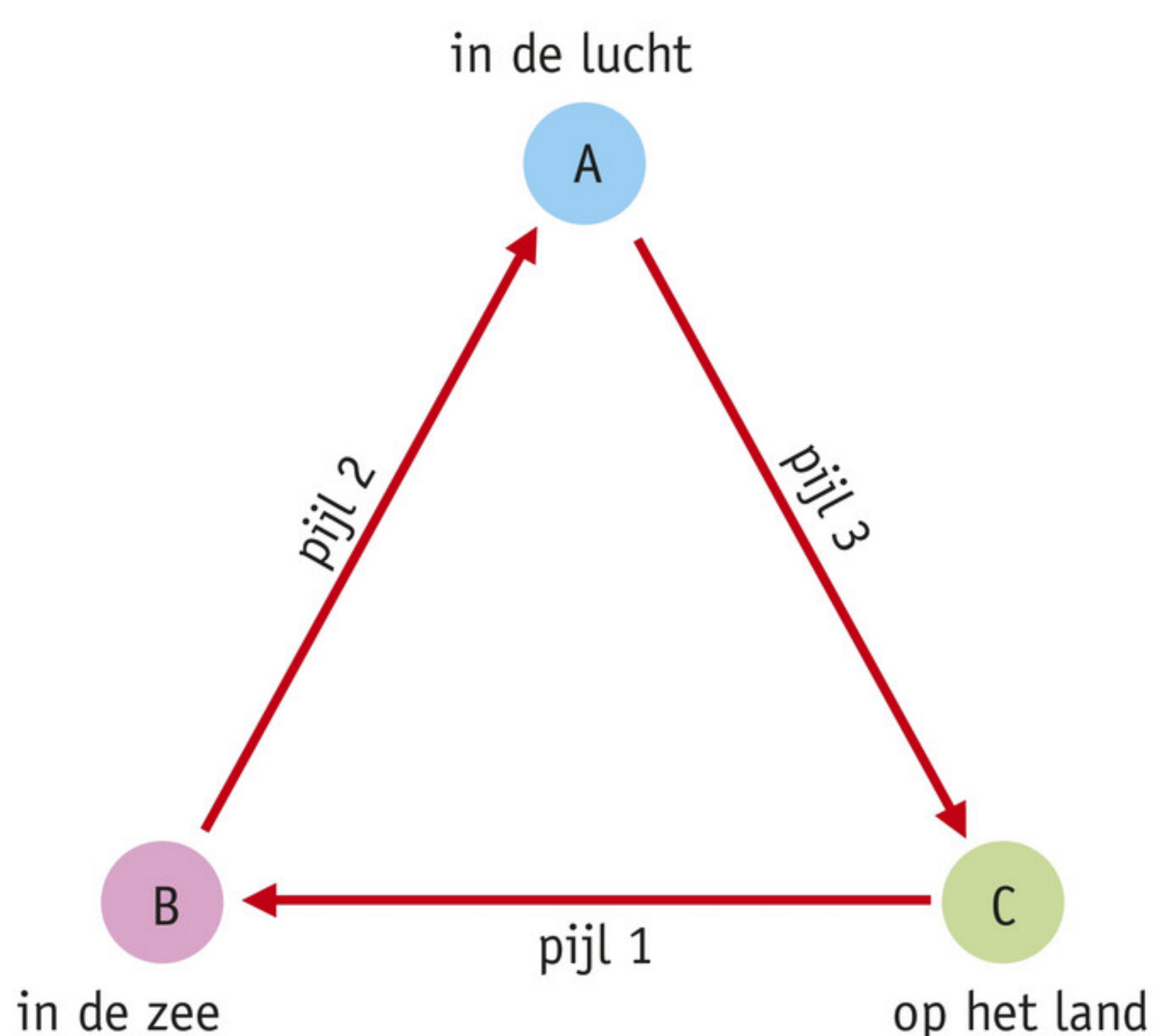
DOELSTELLING 5

In afbeelding 49 is de kringloop van water schematisch weergegeven. Drie pijlen zijn genummerd.

Beantwoord de volgende vragen over deze afbeelding.

- Bij welke pijl(en) vindt condensatie plaats?
- Bij welke pijl(en) vindt verdamping plaats?
- Bij welke pijl(en) kunnen hagelstenen deel uitmaken van de kringloop van water?

▼ Afb. 49



DOELSTELLING 6

In je werkboek is de koolstofkringloop getekend. Vul de lege vakken in. Gebruik daarbij: *bacteriën en schimmels – dieren – planten*.

DOELSTELLING 7

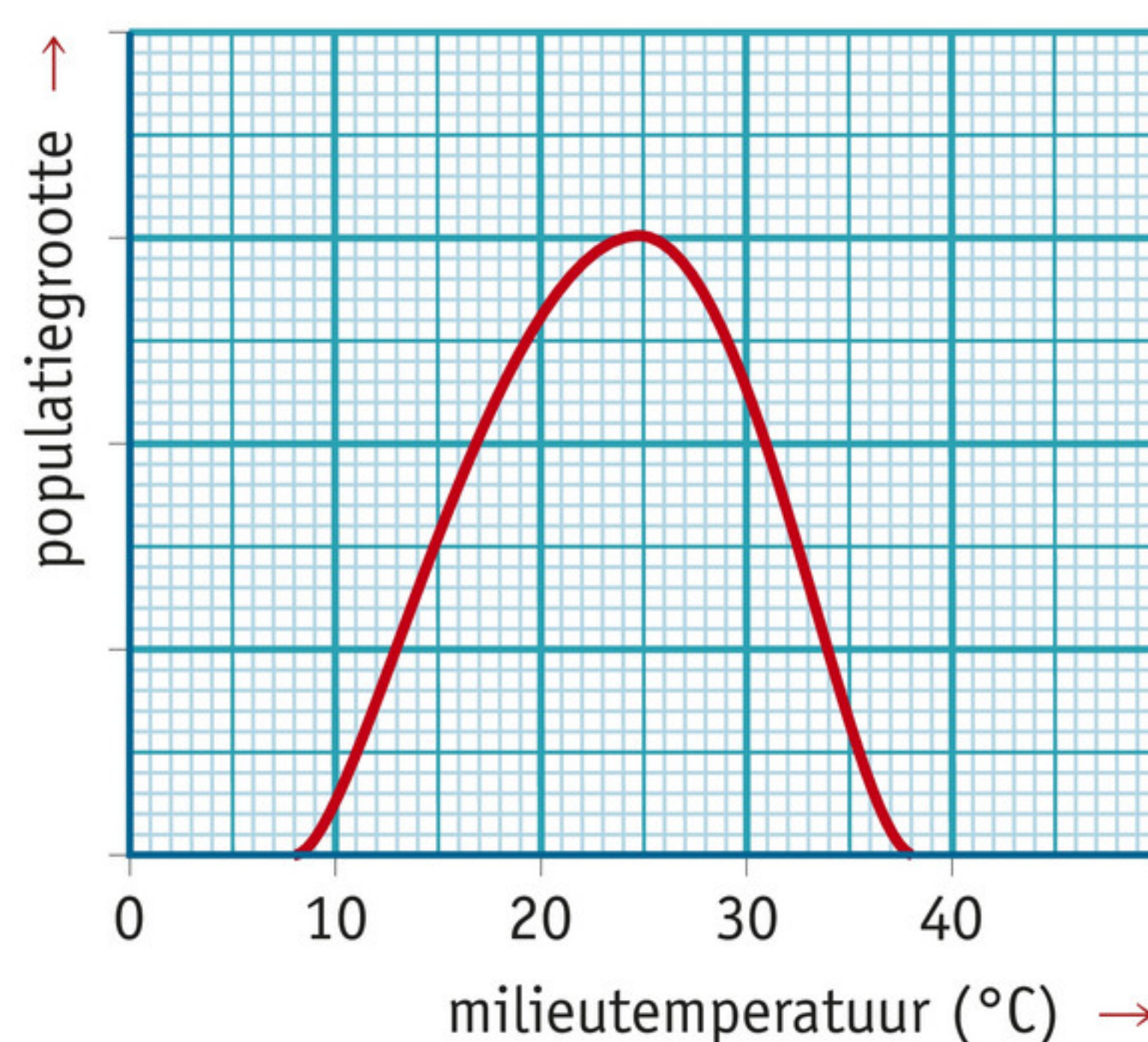
Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In afbeelding 50 is in een diagram het verband weergegeven tussen de milieutemperatuur en de populatiegrootte van de kanaalmeerval (zie afbeelding 51).

Welke temperatuur is voor de kanaalmeerval de optimumtemperatuur?

A 9 °C.
B 25 °C.
C 37 °C.

▼ Afb. 50



▼ Afb. 51 Kanaalmeerval.

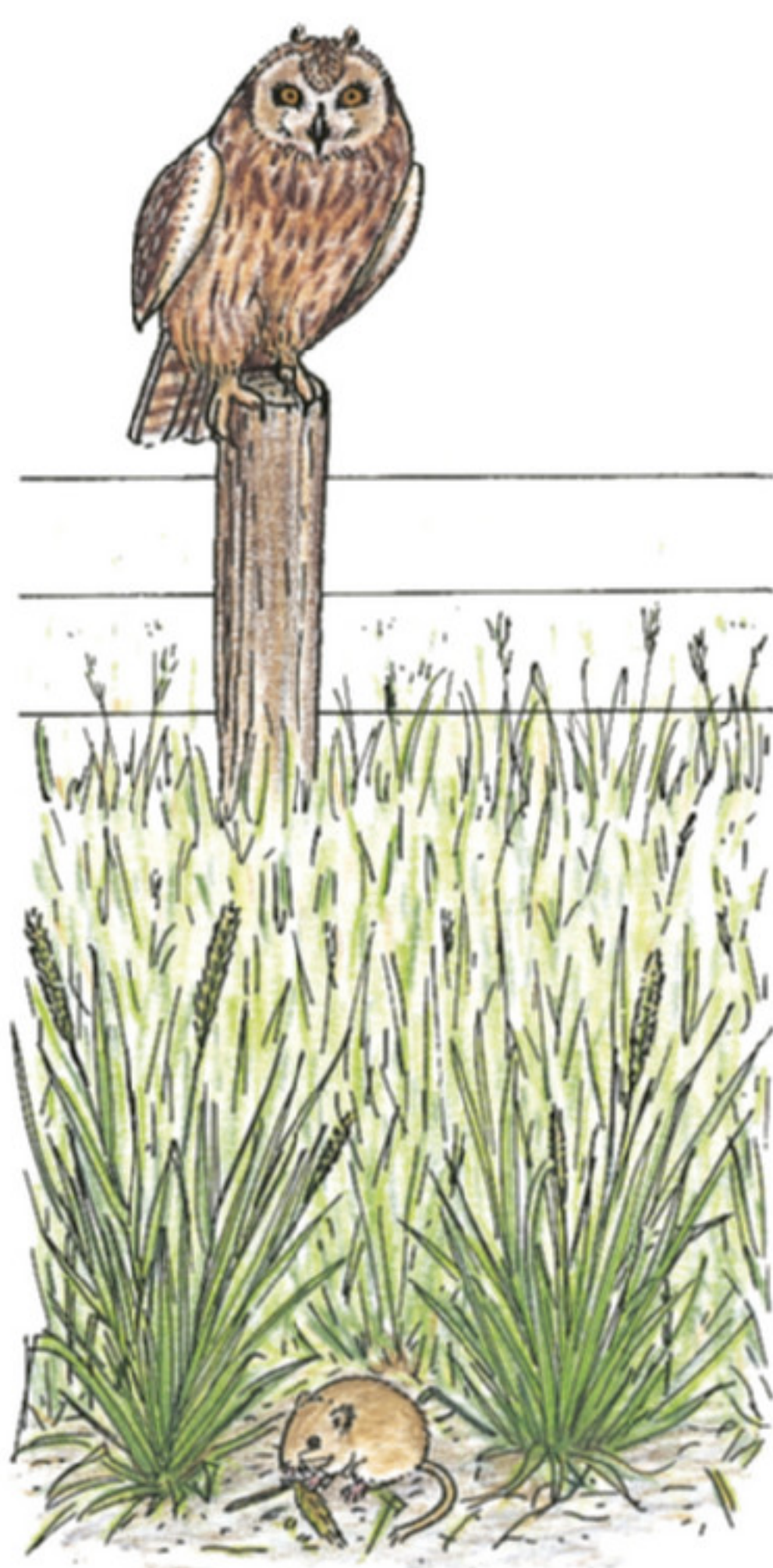


- 2 In afbeelding 52 is een grasland weergegeven met enkele organismen die erin voorkomen. Gedurende enkele zomers is het erg droog. Daardoor komt er steeds minder gras in het gebied van afbeelding 52.

Zal hierdoor het aantal velduilen in het gebied groter worden, kleiner worden of gelijk blijven?

- A Het aantal velduilen zal groter worden.
- B Het aantal velduilen zal kleiner worden.
- C Het aantal velduilen zal gelijk blijven.

▼ Afb. 52



- 3 In afbeelding 53 is een artikel weergegeven over bunzingen.

Twee beweringen naar aanleiding van dit artikel zijn:

- 1 Als dood hout en takken weer worden opgeruimd, zal het aantal konijnen toenemen.
- 2 De beschreven levensgemeenschap in de Biesbosch is in evenwicht als het aantal bunzingen gelijk is aan het totale aantal muizen, hazen en konijnen samen.

Welke van deze beweringen is (zijn) juist?

- A Alleen bewering 1.
- B Alleen bewering 2.
- C Zowel bewering 1 als 2.

▼ Afb. 53

Bunzingen in de Biesbosch

In de Biesbosch komen de laatste jaren steeds meer bunzingen voor. Dit is het gevolg van beheer waarbij hout en takken in de bossen niet worden opgeruimd. De bunzingen zitten graag in hopen dood hout. Zij vinden daarin onder meer nestgelegenheid. Bunzingen eten muizen, hazen en konijnen. Door de houtbergen is de ruimte voor gras minder geworden. Toch is er nog wel ruimte over voor de grassen waar de muizen, hazen en konijnen van leven.



DOELSTELLING 8

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Ad en Ton vergelijken landdieren met waterdieren. Ad zegt dat een gestroomlijnd lichaam een aanpassing is aan het voortbewegen op het land. Ton zegt dat waterdieren meer aanpassingen bezitten om hun eigen lichaamsgewicht te dragen. Wie heeft (hebben) gelijk?
 - A Geen van beiden heeft gelijk.
 - B Alleen Ad heeft gelijk.
 - C Alleen Ton heeft gelijk.
 - D Ad en Ton hebben beiden gelijk.

- 2 In afbeelding 54 zie je de poot van een zebra. Is een zebra een hoefganger of een teenganger? En zijn de poten van een zebra vooral aangepast aan het lopen op een drassige bodem of aan het lopen op een harde bodem?

Een zebra is een

De poten zijn vooral aangepast aan het lopen op een drassige bodem. harde bodem. drassige bodem. harde bodem.

- A hoefganger.
- B hoefganger.
- C teenganger.
- D teenganger.

▼ Afb. 54



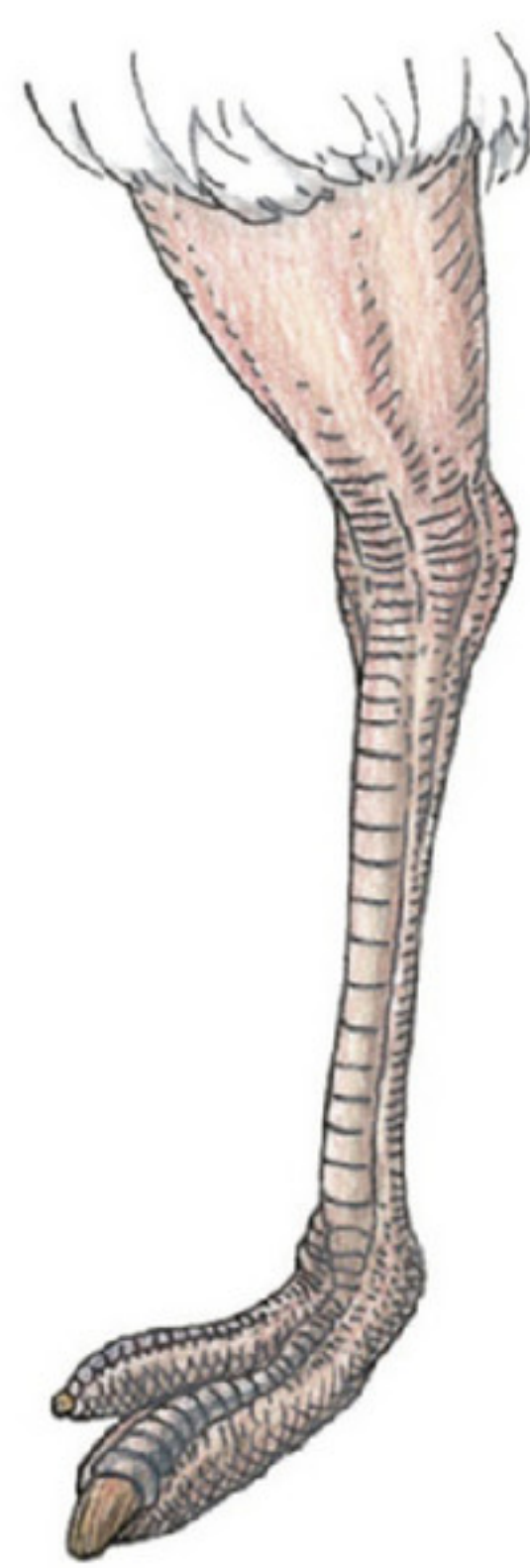
- 3 In afbeelding 55 zijn vier poten van vogels getekend. Welke poot is afkomstig van een loopvogel?

- A Poot 1.
- B Poot 2.
- C Poot 3.
- D Poot 4.

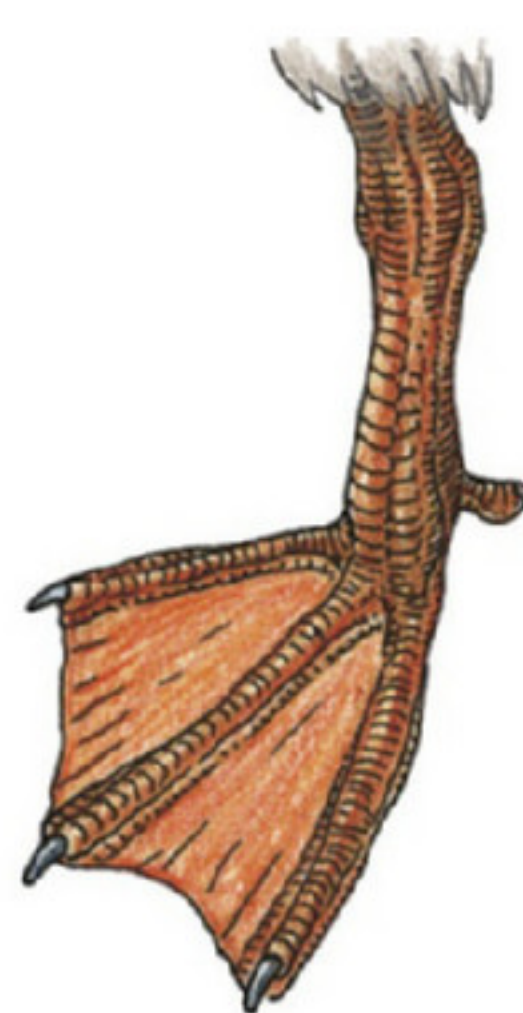
▼ Afb. 55



poot 1



poot 2



poot 3



poot 4

- 4 Afbeelding 56 is een foto van een kop van een vogel. Hoe gebruikt deze vogel zijn snavel bij het verkrijgen van voedsel?

- A Deze vogel kraakt met zijn snavel noten en harde zaden.
- B Deze vogel prikt met zijn snavel in de bodem naar bodemdiertjes.
- C Deze vogel verscheurt met zijn snavel een prooi die hij heeft gevangen.
- D Deze vogel zeft met zijn snavel kleine plantjes en diertjes uit het water.

▼ Afb. 56



DOELSTELLING 9

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Twee kenmerken bij planten zijn:
- 1 grote, platte bladeren;
 - 2 een sterk ontwikkeld wortelstelsel.
- Welk(e) van deze kenmerken kun je aantreffen bij landplanten die in een vochtig milieu leven?
- A Geen van beide kenmerken.
 - B Alleen kenmerk 1.
 - C Alleen kenmerk 2.
 - D Beide kenmerken.

- 2 Sommige planten hebben luchtkanalen in hun stengels.
Welke planten hebben dit?
- A Cactussen.
 - B Landplanten met grote, dunne bladeren.
 - C Landplanten met kleine, dikke bladeren.
 - D Waterplanten.
- 3 Vroeg in het voorjaar bloeien in sommige beukenbossen planten als bosanemoon en speenkruid (zie afbeelding 57). Daarna verdorren deze planten en sterven de bovengrondse delen af. In het voorjaar is een bepaalde abiotische factor gunstiger voor deze planten dan in de zomer. Welke abiotische factor is gunstiger? En hoe verschilt die factor in het voorjaar en in de zomer?
- A De hoeveelheid licht: in het voorjaar valt op de bodem in een bos meer licht dan in de zomer.
 - B De hoeveelheid voedingsstoffen: in het voorjaar zijn in de bodem in een bos minder voedingsstoffen beschikbaar dan in de zomer.
 - C De temperatuur: in het voorjaar is de temperatuur van de bodem in een bos hoger dan in de zomer.
 - D Het watergehalte: in het voorjaar is de bodem in een bos droger dan in de zomer.

▼ Afb. 57



1 bosanemoon



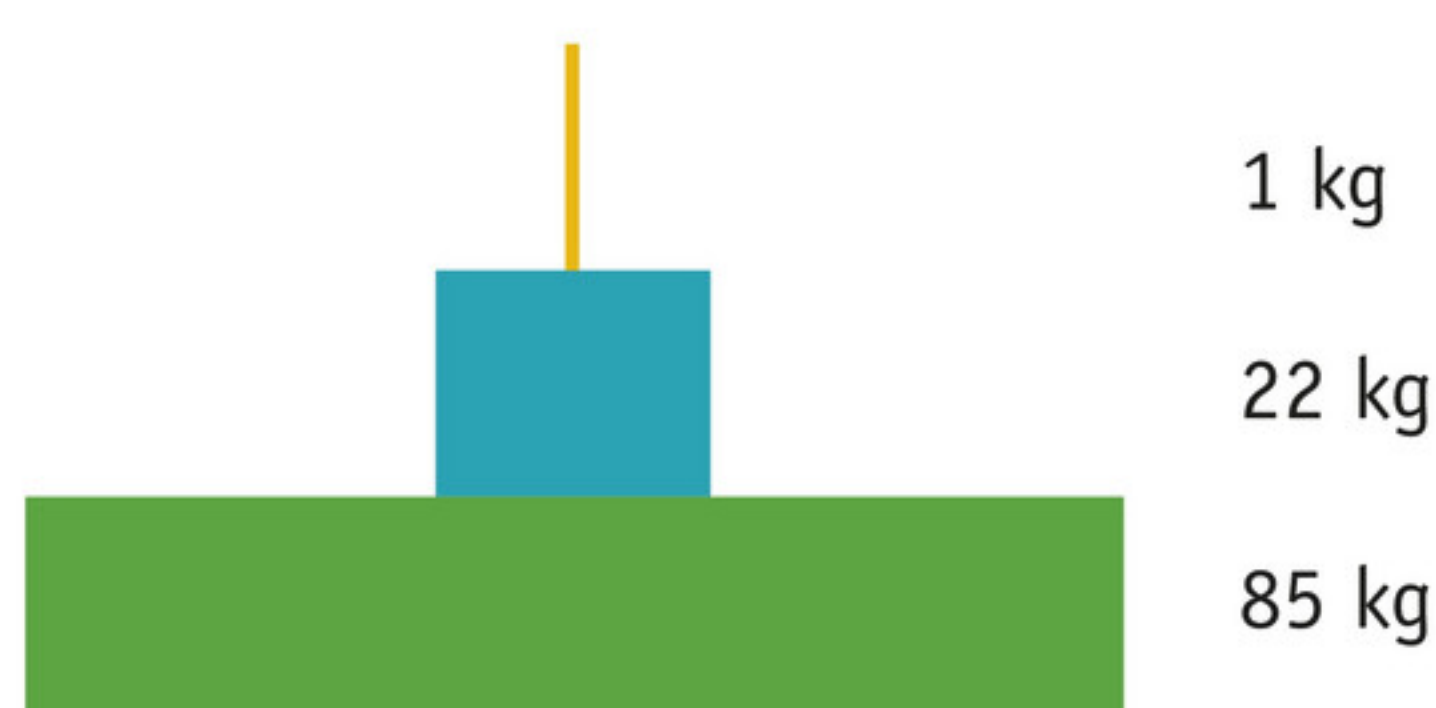
2 speenkruid

EXTRA DOELSTELLING 10

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Heeft een piramide van aantallen altijd een piramidevorm? Waardoor komt dat?
- A Ja, want een piramide van aantallen geeft altijd de schakels van een voedselketen in de juiste volgorde weer.
 - B Ja, want in een voedselketen wordt het aantal individuen in elke volgende schakel altijd kleiner.
 - C Nee, want een piramide van aantallen geeft de schakels van een voedselketen soms in een andere volgorde weer.
 - D Nee, want in een voedselketen kan het aantal individuen in een volgende schakel groter zijn.
- 2 In afbeelding 58 is een piramide van biomassa getekend van de voedselketen gras → sprinkhaan → spitsmuis. Welke van de volgende beweringen over deze voedselketen is juist?
- A Uit 1 kg biomassa in grasplanten wordt 22 kg biomassa in sprinkhanen gevormd.
 - B Uit 1 kg biomassa in grasplanten wordt 85 kg biomassa in spitsmuizen gevormd.
 - C Uit 22 kg biomassa in grasplanten wordt 1 kg biomassa in spitsmuizen gevormd.
 - D Uit 22 kg biomassa in sprinkhanen wordt 1 kg biomassa in spitsmuizen gevormd.

▼ Afb. 58



- 3 Van een voedselketen van vier schakels is van elke schakel de biomassa berekend. Deze biomassa's zijn: 1 kg, 20 kg, 400 kg en 40 000 kg. Hoeveel kg is de biomassa van alle consumenten samen?
- A 20 kg.
 - B 400 kg.
 - C 421 kg.
 - D 40 000 kg.

EXTRA DOELSTELLING 11

Noteer of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Door successie gaat een ecosysteem geleidelijk over in een ander ecosysteem.
- 2 Op de stenige ondergrond van afbeelding 59 is een pionierecosysteem te zien.
- 3 Een voorbeeld van een pionierecosysteem in Nederland is een loofbos.
- 4 Op een kale zandvlakte kan zich een climaxecosysteem vestigen.
- 5 Een climaxecosysteem is rijker aan soorten dan een pionierecosysteem.
- 6 De bodem in een climaxecosysteem is rijker aan humus dan de bodem in een pionierecosysteem.
- 7 Een climaxecosysteem heeft een ingewikkelder voedselweb dan een pionierecosysteem.
- 8 In een climaxecosysteem wisselen de abiotische factoren sterker dan in een pionierecosysteem.

▼ Afb. 59



De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit verschillende onderdelen. In dit thema bestaat de verrijkingstof uit drie onderdelen. De opdrachten hierbij maak je in je werkboek.

1 Water in de bodem

In Nederland komen verschillende grondsoorten voor. Bij veel akkers in Nederland bestaat de bodem uit klei. Klei bevat veel voedingsstoffen voor planten, waardoor de gewassen op de akkers goed kunnen groeien. Ook kan klei water goed vasthouden, maar als het veel regent, ontstaan plassen. Als een aardappelveld onder water komt te staan, gaan de aardappels rotten en kan een akkerbouwer ze niet meer verkopen (zie afbeelding 60).

► **Afb. 60** Te veel water.

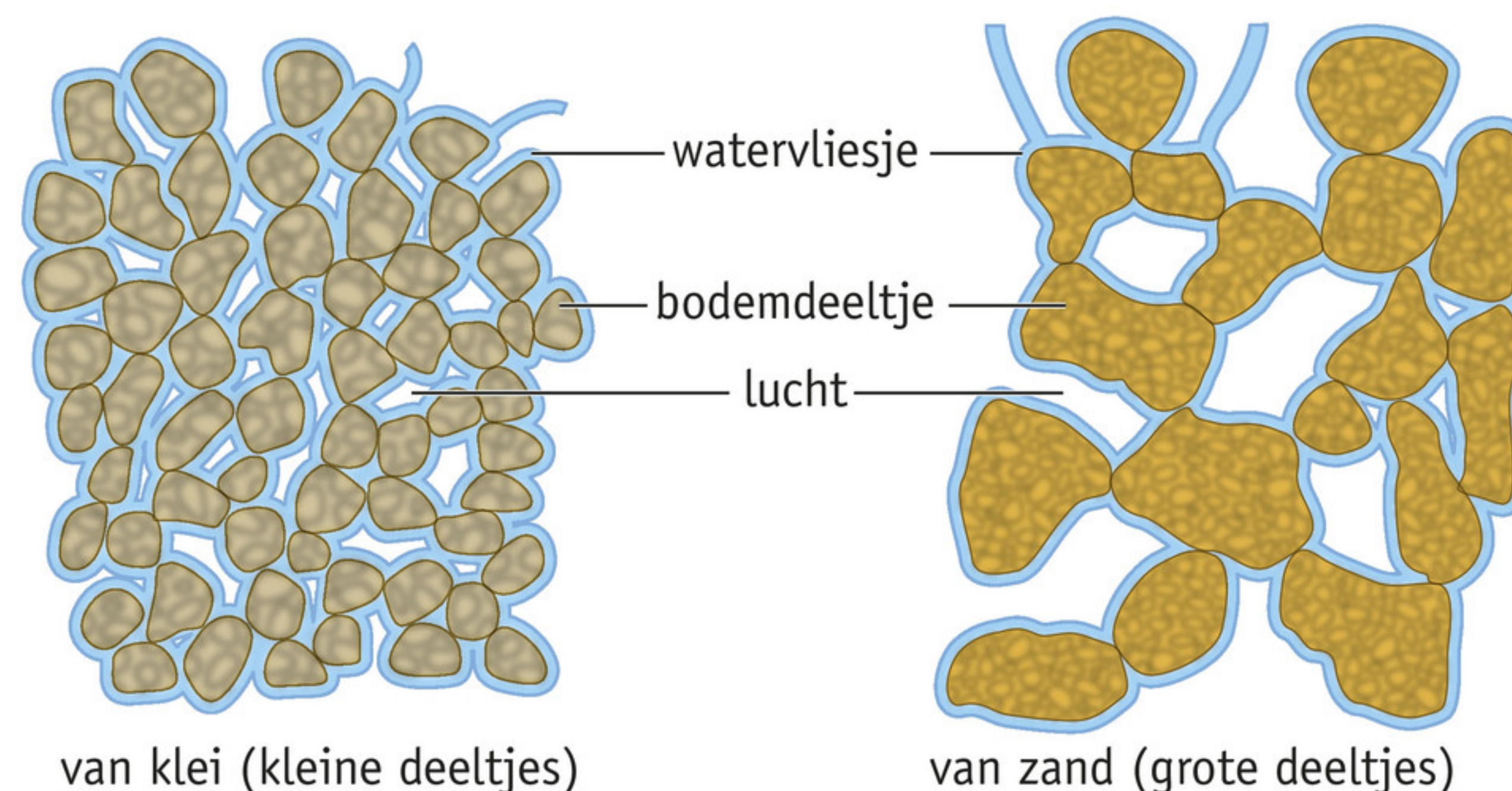


De hoeveelheid water in de bodem heeft invloed op de plantengroei. Welke planten ergens groeien, is afhankelijk van de hoeveelheid water. Bepaalde grondsoorten houden water goed vast. Andere laten water juist heel makkelijk door. Dit hangt af van de grootte van de bodemdeeltjes (zie afbeelding 61).

In deze verrijkingstof onderzoek je de waterdoorlaatbaarheid van grondsoorten. Je werkt samen met een klasgenoot.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 67

► **Afb. 61** Bodemdeeltjes.



2 Strooisellaag

In veel ecosystemen is de bodem bedekt met een laag afgevallen takjes en bladeren. We noemen dat **strooisel** (zie afbeelding 62). In de laag strooisel en in de bovenste laag van de bodem leven veel kleine dieren. Vooral op een warme middag kun je hierin veel diertjes aantreffen.

In deze verrijkingstof onderzoek je de laag strooisel en de bovenste laag van de bodem op de aanwezigheid van kleine bodemdieren. Je voert dit onderzoek uit in een groepje.

Je kunt dit onderzoek uitvoeren in verschillende ecosystemen in de omgeving van je school zoals een bos, een weiland, een akker of een park.

In het ecosysteem neem je een **monster** van het strooisel en van de bovenste laag van de bodem. In de klas verzamel je de bodemdiertjes die in je monster voorkomen.

Hiervoor kun je de zoekkaart van afbeelding 64 gebruiken. Je kunt ook gebruikmaken van een naslagwerk, internet of een app om dieren te zoeken (zie afbeelding 63).

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 69

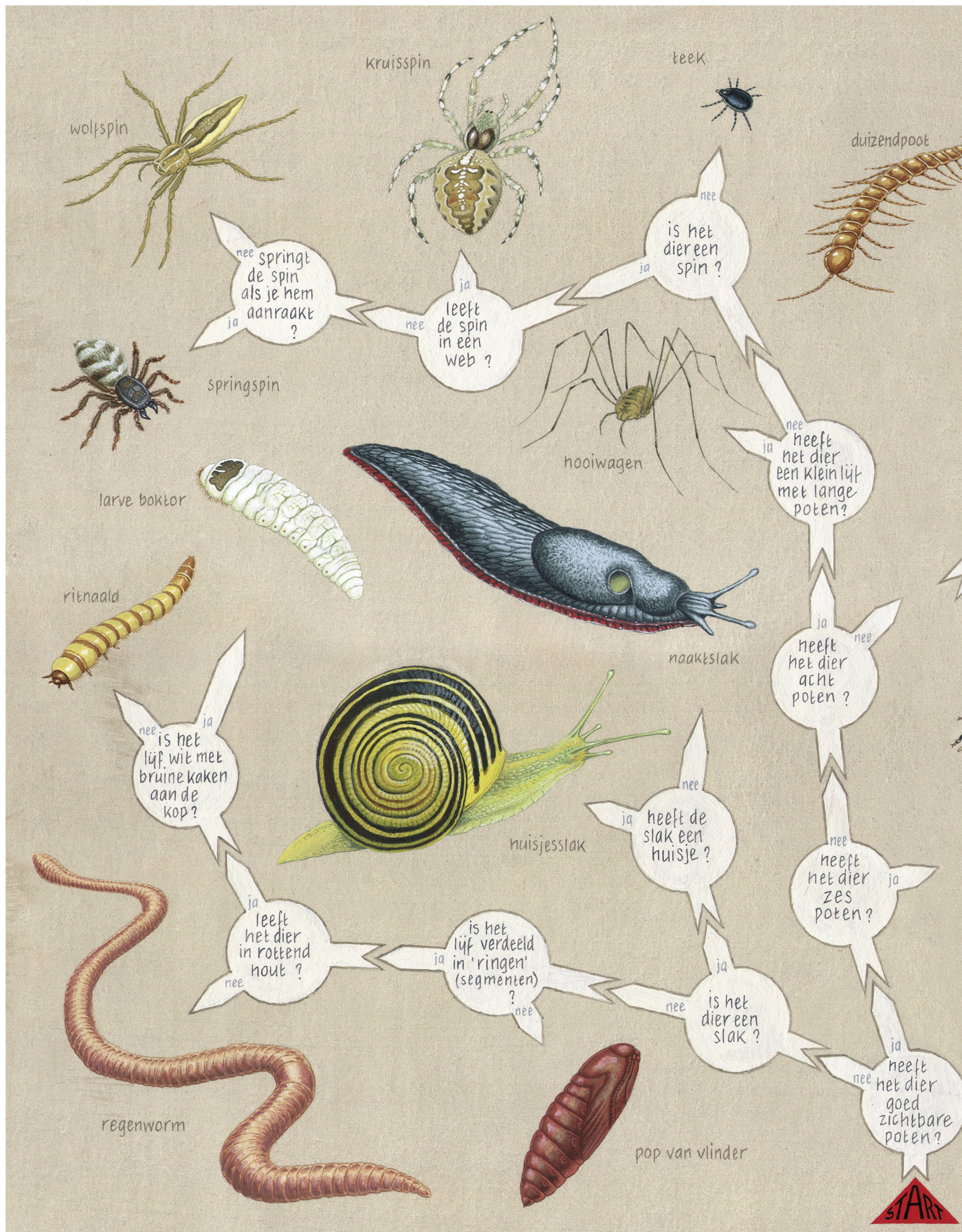
▼ **Afb. 62** Strooisellaag.

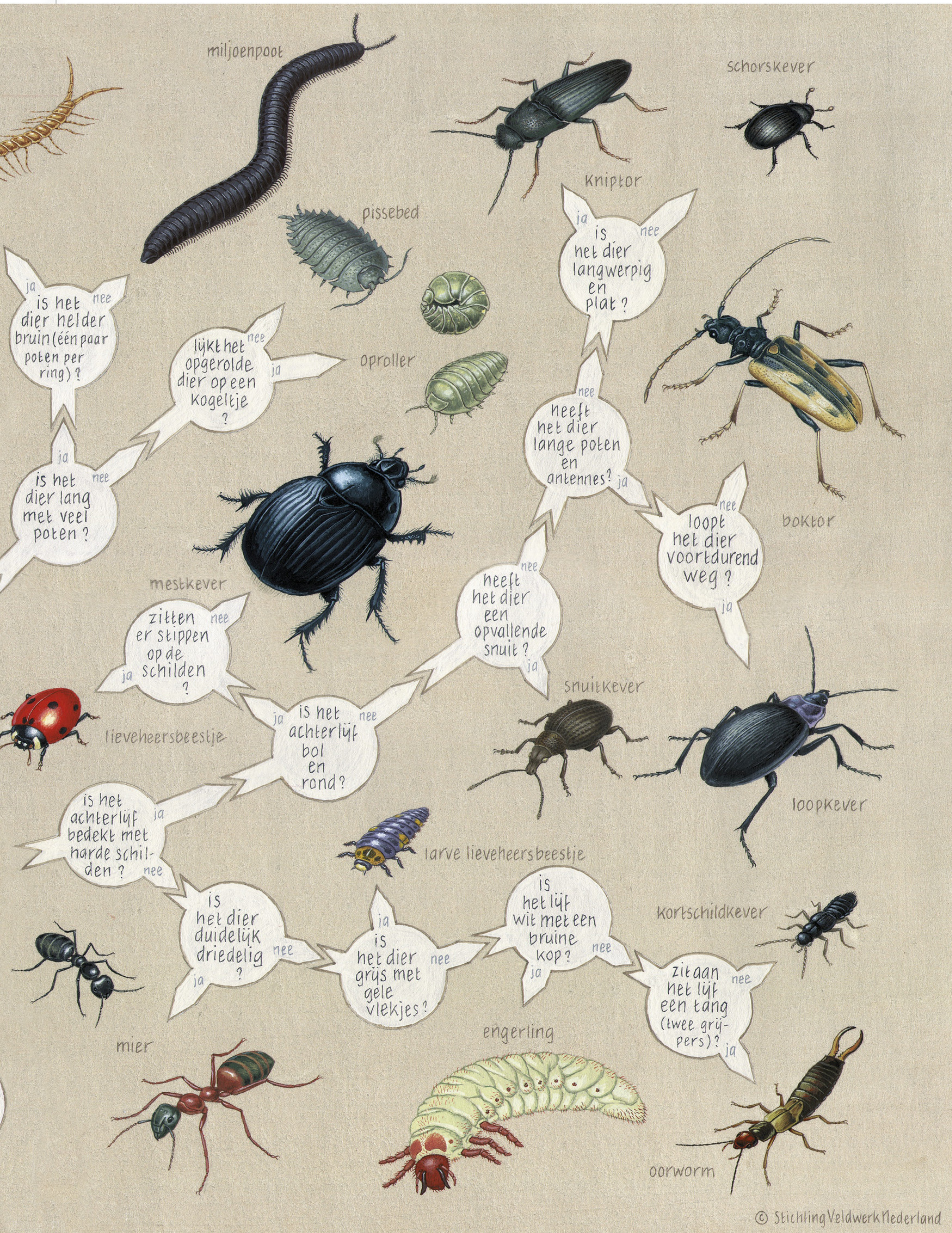


▼ **Afb. 63** Een app om dieren te zoeken.



▼ Afb. 64 Zoekkaart voor bodemdiertjes.





3 Een voedselweb in een eik

In de basisstof heb je geleerd wat een ecosysteem is. Een loofbos is een van de ecosystemen die in Nederland veel voorkomen. Een eik kan deel uitmaken van zo'n ecosysteem. Op en in een eik leven honderden andere organismen (zie afbeelding 65). Zoveel zelfs dat je één enkele eik kunt beschouwen als een ecosysteem op zich. In deze verrijkingstof maak je kennis met enkele soorten die deel uitmaken van dit ecosysteem. Je moet hiervan een voedselweb samenstellen.

In afbeelding 66 is een eik getekend met enkele organismen die op en in deze eik leven.

Tussen de bladeren van een eik leven tientallen diertjes die zich voeden met de bladeren of de eikels.

Bladluizen hebben lange, spitse monddelen. Daarmee prikken ze in de nerven van de bladeren en zuigen ze sappen op. Galwespen leggen hun eieren op of in de bladeren. Bij sommige soorten galwespen reageert de eik hierop door gallen te vormen. Snuitkevers kunnen gaten in de eikels boren. Al deze planteneters kunnen worden gegeten door andere dieren.

Lieveheersbeestjes en gaasvliegen voeden zich vooral met bladluizen.

Kruisspinnen voeden zich met allerlei plantenetende insecten. Ook lieveheersbeestjes en gaasvliegen kunnen ten prooi vallen aan kruisspinnen.

Ten slotte kunnen alle tot nu toe genoemde diertjes worden gegeten door insectenetende vogels, zoals merels en koolmezen. Deze vogels kunnen op hun beurt ten prooi vallen aan een sperwer.

► **Afb. 65** Een eik kun je ook beschouwen als een ecosysteem.



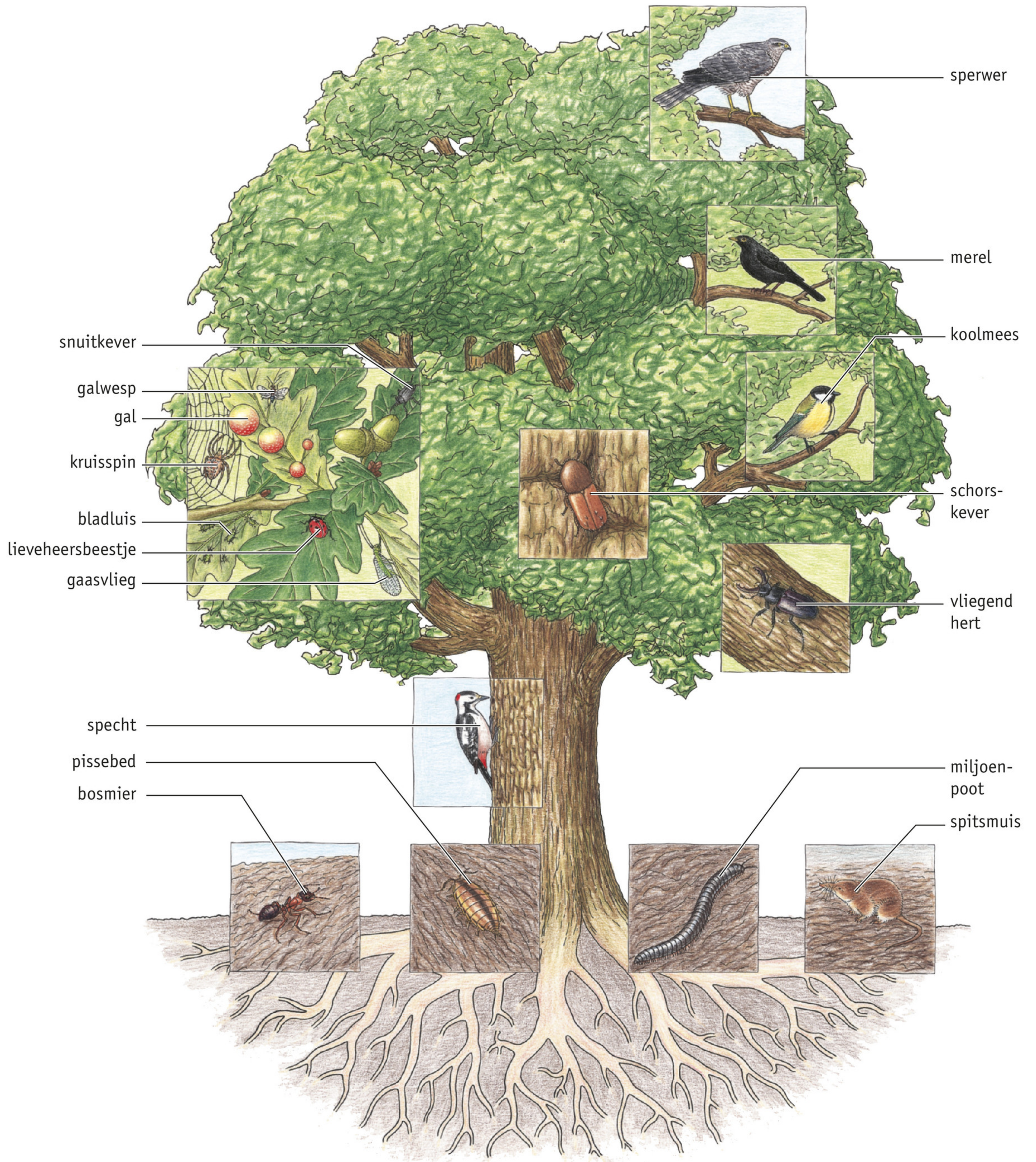
Ook in de stam en in de takken van een eik leven allerlei diertjes. In de schors van de stam kunnen schorskevers gangen boren. Spechten hakken gaten in de stam om zich te kunnen voeden met insecten in de schors. Dode takken worden gegeten door onder andere het vliegend hert.

Op de bodem onder de eik liggen veel afgestorven takjes en bladeren.

De bovenste laag van de bodem met dit afgestorven materiaal noemen we de strooisellaag. In en op de strooisellaag leven veel kleine diertjes.

Pissebedden en miljoenpoten leven van de afgevalen bladeren en takjes van de eik. Net als de bladeren kunnen ook de wortels gallen maken wanneer bepaalde galwespen er hun eieren in leggen. De kleine diertjes in de strooisellaag kunnen ten prooi vallen aan bosmieren en spitsmuizen.

▼ **Afb. 66** Enkele organismen op en in een eik.



7

Mens en milieu



BASISSTOF

1	De mens en het milieu	110
2	Energie	117
3	Het broeikaseffect	122
4	Afval	126
5	Voedselproductie	131

EXTRA BASISSTOF

6	Schone lucht	140
7	Bescherming tegen ziekten en plagen	143

SAMENVATTING EN DIAGNOSTISCHE TOETS

Samenvatting	147
Diagnostische toets	151

VERRIJKINGSSTOF

1	Water en bodem	158
2	Zwerfafval	161
3	Een bodemprofiel maken	163



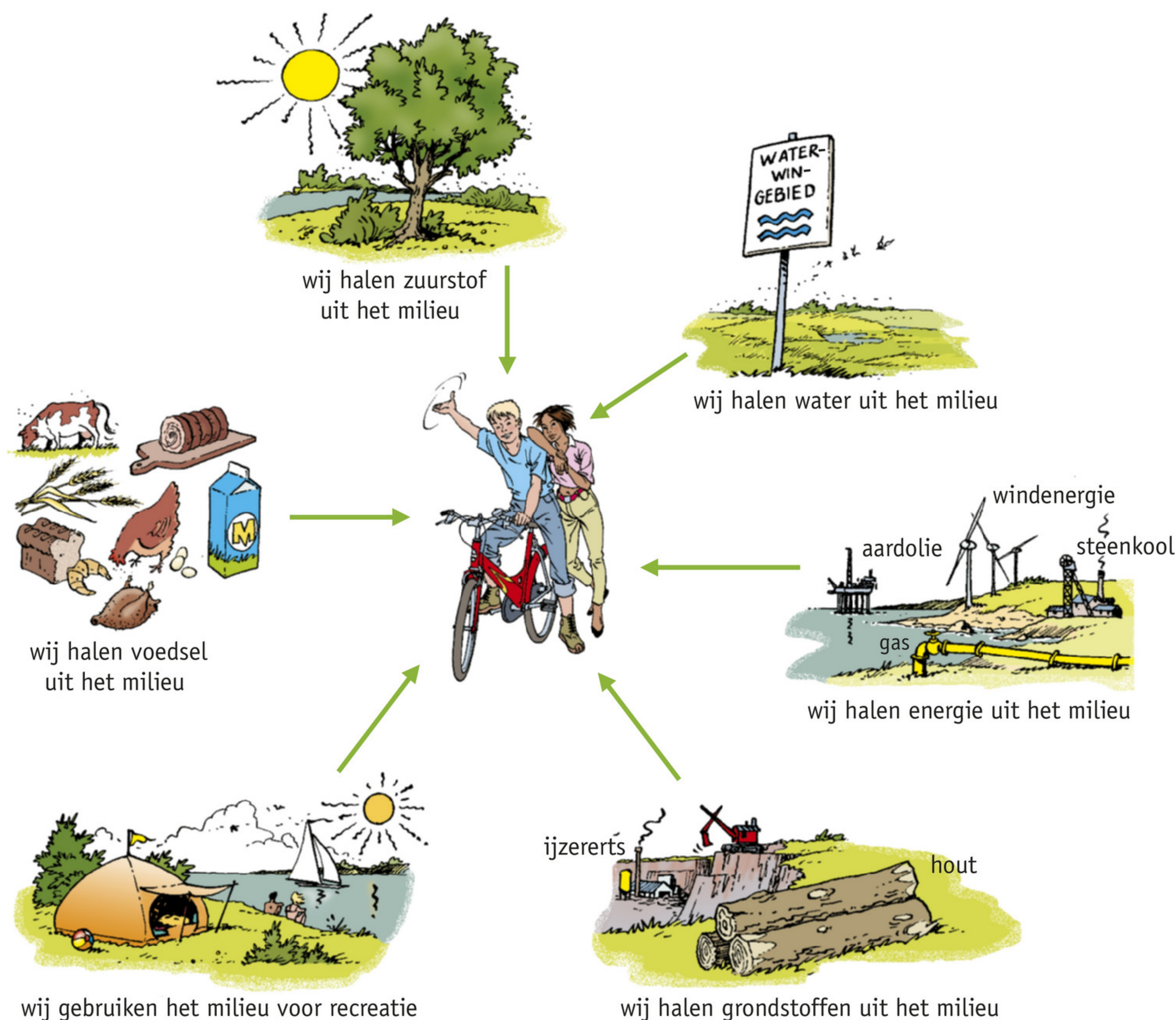
Dit thema heet: Mens en milieu. De mens is afhankelijk van het milieu, maar heeft er ook invloed op. Mensen gaan niet altijd zorgvuldig met het milieu om. Daardoor zijn milieuproblemen ontstaan. In dit thema leer je wat de voornaamste oorzaken en gevolgen van die milieuproblemen zijn. Steeds meer mensen zijn zich bewust van het belang van een schoon milieu. Je leert wat er gedaan wordt om het milieu te beschermen. Ook leer je hoe je zelf kunt meehelpen het milieu te beschermen.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 De mens en het milieu

▼ **Afb. 1** De mens is afhankelijk van het milieu.

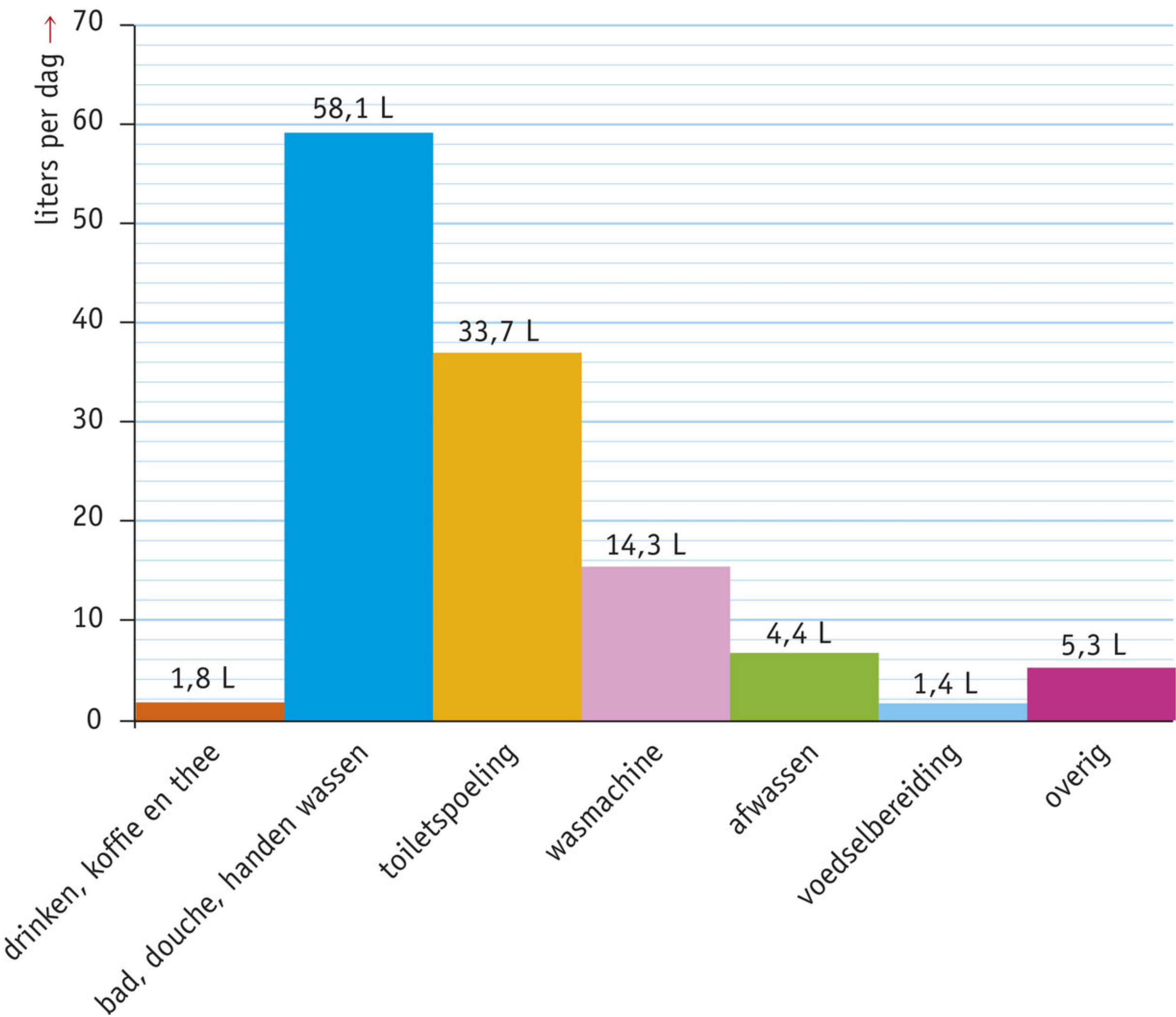
De mens is net als alle andere organismen afhankelijk van het milieu. Dat betekent dat we het milieu nodig hebben om in leven te blijven. Wat we nodig hebben, is afkomstig van het milieu. We gebruiken het milieu ook om te recreëren (zie afbeelding 1).



Mensen halen voedsel, zuurstof en water uit het milieu, bijvoorbeeld om te eten, te ademen, te drinken, te wassen en het toilet door te spoelen (zie afbeelding 2). Water wordt ook veel gebruikt in de industrie en de landbouw. We halen energie uit het milieu om bijvoorbeeld te koken, ons huis te verwarmen en om machines te laten werken. Het milieu levert grondstoffen om producten te maken. Van ijzererts wordt ijzer gemaakt, van aardolie worden onder andere plastic en andere kunststoffen gemaakt en schapen leveren wol (zie afbeelding 3). Sommige planten en dieren leveren grondstoffen voor medicijnen. Ten slotte is het milieu belangrijk als plaats voor recreatie. Veel mensen gebruiken het milieu om zich te ontspannen. Mensen brengen hun vrije tijd graag door in de natuur. Bijvoorbeeld om te wandelen, te vissen of te zwemmen (zie afbeelding 4).

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 72

► **Afb. 2** Waterverbruik in Nederland.



▼ **Afb. 3** Schapen leveren de grondstof wol.



▼ **Afb. 4** Het milieu als plaats voor recreatie.



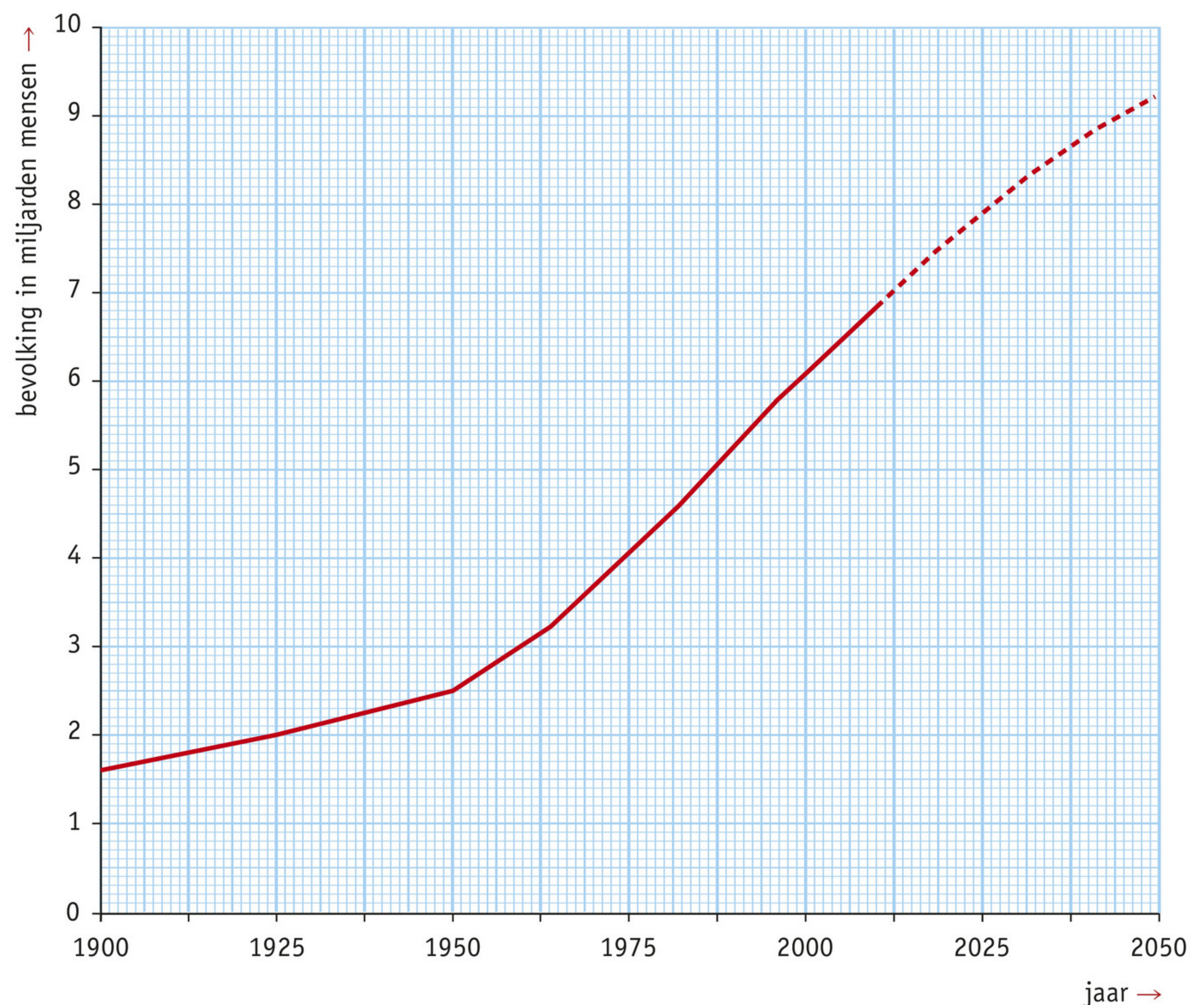
INVLOEDEN OP HET MILIEU

De mens heeft invloed op het milieu. Doordat we bepaalde stoffen aan het milieu onttrekken en er andere stoffen aan toevoegen, veranderen we het milieu. Vroeger, toen er nog maar weinig mensen op aarde leefden, was de invloed van de mens op het milieu klein. Tegenwoordig veroorzaken de activiteiten van de mens vaak milieuproblemen. **Milieuproblemen** ontstaan doordat de mens stoffen aan het milieu toevoegt die leiden tot **vervuiling** of doordat de mens zoveel stoffen aan het milieu onttrekt dat er sprake is van **uitputting**. Door vervuiling en uitputting vindt **aantasting** van het milieu plaats.

De voornaamste oorzaken van de milieuproblemen zijn de **bevolkingstoename** en de **manier van leven** van de mens.

De wereldbevolking is de laatste honderd jaar sterk gegroeid en zal voorlopig nog blijven toenemen (zie afbeelding 5). Door die groei is er steeds meer voedsel nodig, waardoor er meer grond voor de landbouw nodig is. Bovendien moeten al die mensen ergens wonen en hebben ze wegen nodig om zich te verplaatsen. Voor de bouw van huizen en de aanleg van wegen is ook veel grond nodig. Doordat mensen veel grond gebruiken, verdwijnt voor veel planten en dieren hun natuurlijke milieu.

▼ **Afb. 5** Groei van de wereldbevolking sinds 1900 en de verwachte groei tot 2050.



▼ **Afb. 6** Tegenwoordig gebruiken we veel meer elektrische apparaten.



1 vroeger



2 nu

▼ **Afb. 8**

De mens is de laatste honderd jaar anders gaan leven. Vroeger reisden mensen bijvoorbeeld met paard en wagen, terwijl nu bijna ieder gezin een auto heeft. Daardoor werd het mogelijk om veel verder te reizen. Ook hebben we steeds meer elektrische apparaten, zoals een stofzuiger, wasmachine, koelkast, computer, tablet en mobiele telefoon (zie afbeelding 6 en 7). Al deze vervoermiddelen en apparaten hebben energie nodig, net als de fabrieken waar ze gemaakt worden. Om elektriciteit op te wekken zijn veel brandstoffen nodig en er komen veel afvalstoffen bij vrij. De afvalstoffen vervuilen het milieu.

▼ **Afb. 7** Mobiele apparaten zijn niet meer weg te denken uit ons leven.



Doordat mensen veel brandstoffen verbruiken in het verkeer en bij het opwekken van energie, raken de **energievoorraden** op. We zeggen dan dat de **energiebronnen** uitgeput raken.

Om alle machines en apparaten te maken zijn veel grondstoffen uit het milieu nodig. Daardoor raken de voorraden van deze grondstoffen uitgeput. Als de machines en apparaten worden afgedankt, komen ze bij het afval. Soms is dit afval schadelijk voor het milieu en zelfs giftig.

Een **gif** is een stof die een schadelijke invloed heeft op een organisme. Een toxicologisch analist is iemand die de werking van gifstoffen onderzoekt (zie afbeelding 8).

Toxicologisch analist

‘Hallo, ik ben Chantal. Als toxicologisch analist onderzoek ik de veiligheid van stoffen waaraan de mens blootgesteld wordt of kan worden. We onderzoeken hoe cellen en weefsels reageren op verschillende concentraties van de te testen stoffen. Ik bouw en bedien testopstellingen om de invloed van gassen, vloeistoffen of vaste stoffen te kunnen onderzoeken. Laatst moesten we onderzoek doen naar onbekende stoffen uit vaten die in een bos waren gevonden. De vaten bleken afkomstig te zijn van een illegaal laboratorium voor de productie van xtc. In ons laboratorium neemt het onderzoek naar drugsafval sterk toe. Dat is ook niet verwonderlijk, want de politie vond in 2013 2 x zo veel gedumpt drugsafval als in 2012.’



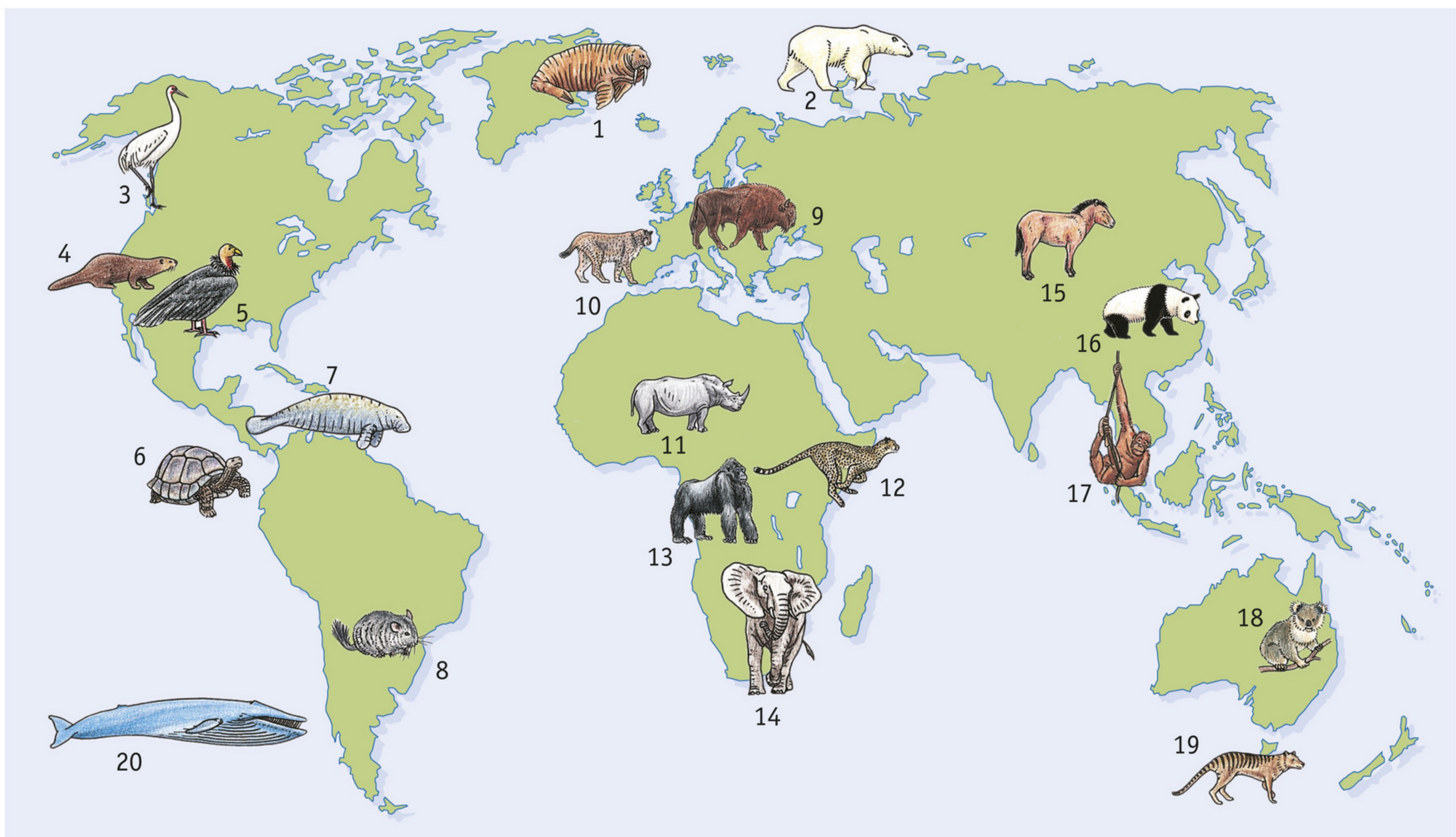
In de **chemische industrie** komt vaak giftig afval vrij bij het maken van bijvoorbeeld kunststoffen, geneesmiddelen, wasmiddelen en verf. De overheid controleert of dit giftige afval veilig wordt verwerkt. Soms komen giftige stoffen toch in het milieu en ontstaat milieuvervuiling.

BIODIVERSITEIT

Door de activiteiten van de mens is het natuurlijk milieu van veel planten en dieren verdwenen. Hierdoor, en door de jacht en visserij, zijn verschillende plantensoorten en diersoorten uitgestorven. Veel andere soorten worden met uitsterven bedreigd (zie afbeelding 9).

Ook neemt wereldwijd het aantal verschillende ecosystemen af. Het gevolg is dat de variatie in de natuur afneemt, waardoor het milieu steeds eentoniger wordt. In thema 6 heb je geleerd dat je de variatie aan soorten in de natuur de **biodiversiteit** noemt. Door de invloed van de mens neemt de biodiversiteit af.

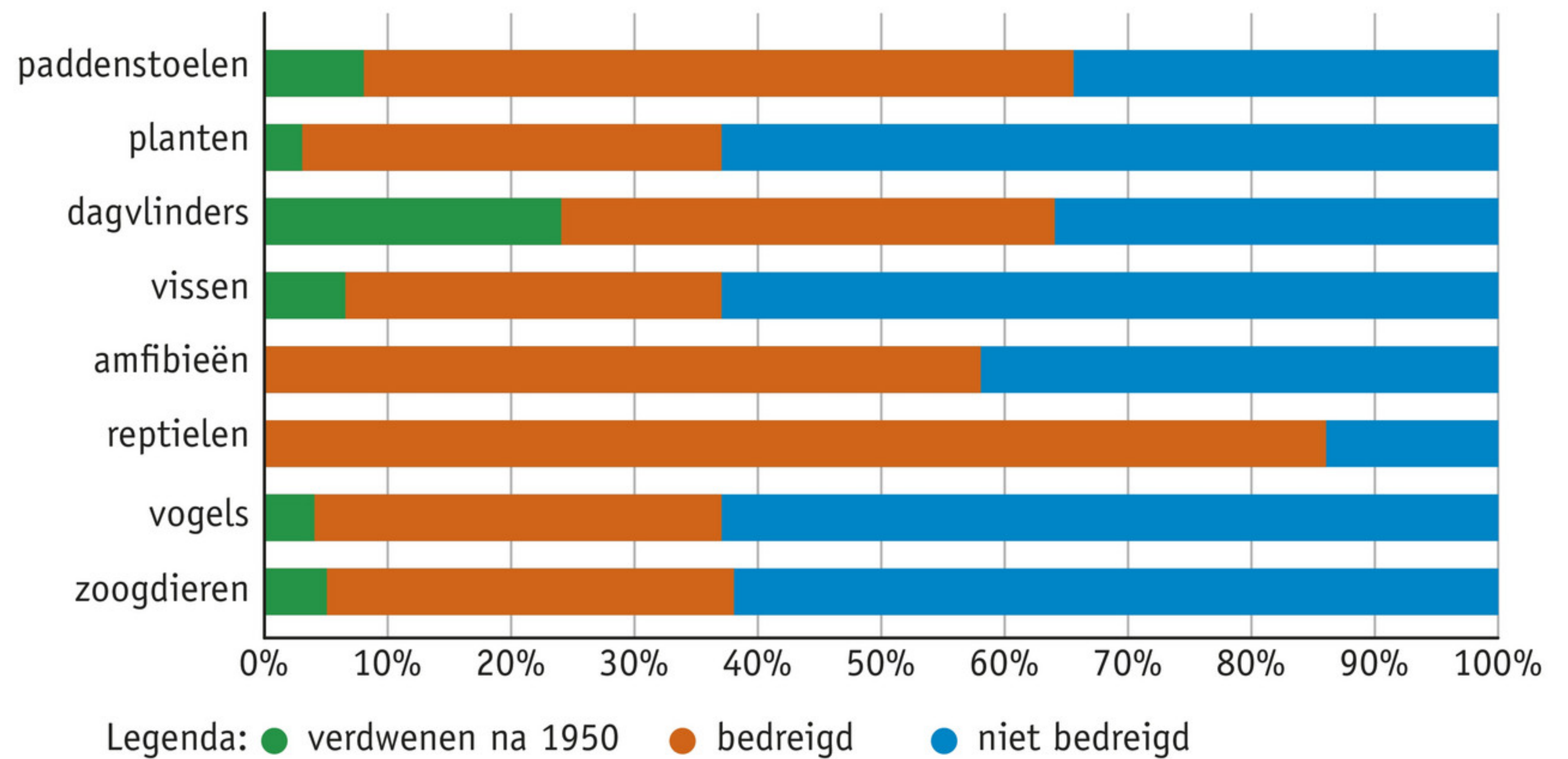
▼ **Afb. 9** Enkele bedreigde diersoorten in de wereld.



Legenda:

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| 1 = walrus | 11 = witte neushoorn |
| 2 = ijsbeer | 12 = jachtluipaard |
| 3 = Amerikaanse kraanvogel | 13 = berggorilla |
| 4 = zeeotter | 14 = Afrikaanse olifant |
| 5 = Californische condor | 15 = przewalskipaard |
| 6 = reuzenschildpad | 16 = reuzenpanda |
| 7 = zeekoe | 17 = orang-oetan |
| 8 = chinchilla | 18 = koala |
| 9 = wisent | 19 = buidelwolf |
| 10 = Spaanse lynx | 20 = blauwe vinvis |

► **Afb. 10** Bedreigde soorten in Nederland.



Door beschermingsmaatregelen wordt geprobeerd de bedreigde soorten weer in aantal te laten toenemen. Met het aantal ooievaars ging het bijvoorbeeld zo slecht dat in 1969 werd begonnen met een project om het aantal broedende ooievaars te vergroten (zie afbeelding 11). Ook zijn er projecten geweest voor de herintroductie van bevers en otters in Nederland (zie afbeelding 12 en 13). **Herintroductie** is het terugbrengen van een dier- of plantensoort in een land.

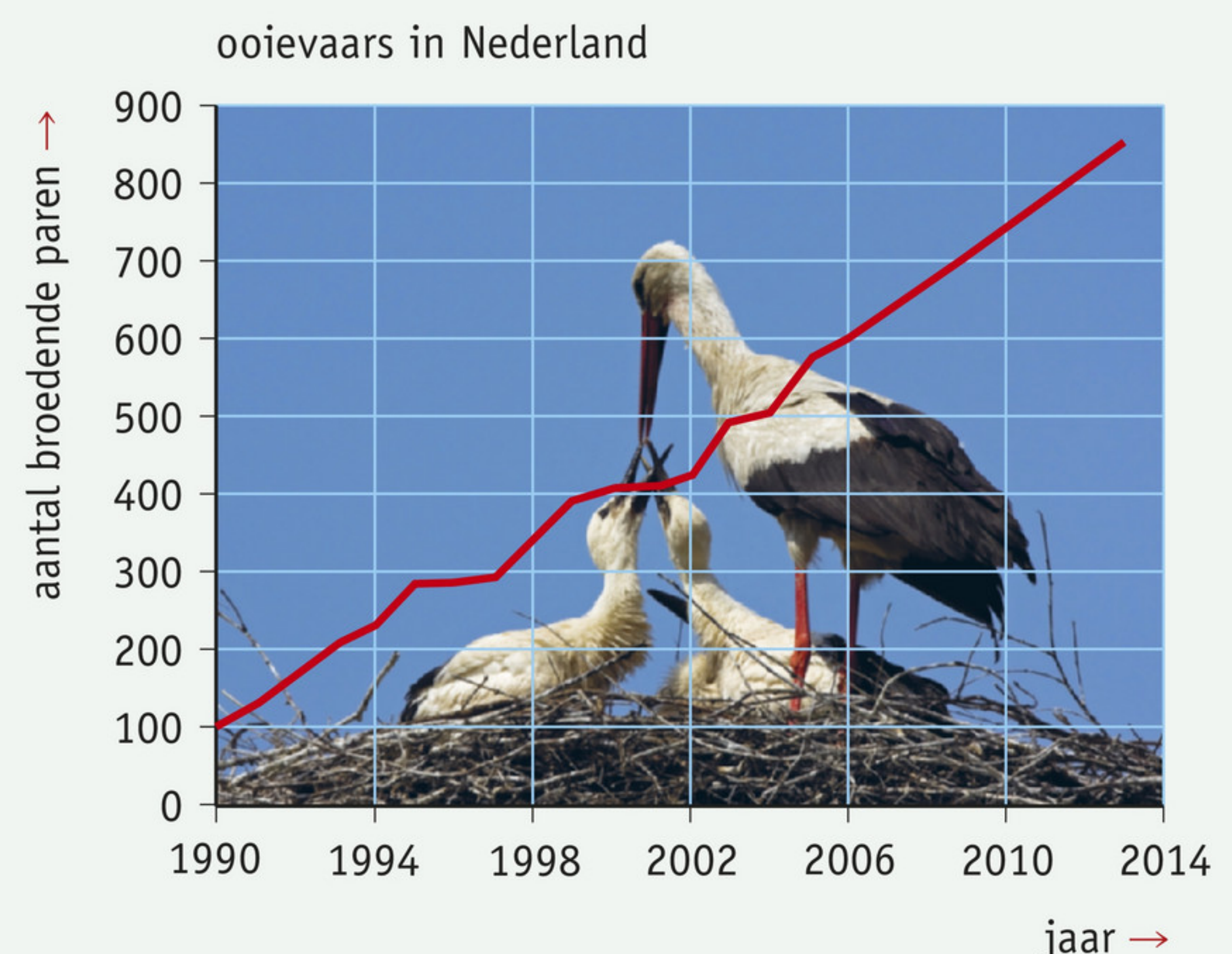
WB OPDRACHT 3 EN 4 BLZ. 74

▼ **Afb. 11**

Ooievaar was bijna verdwenen

Bij de eerste telling in ons land – dat was in 1910 – waren er zo'n vijfhonderd bewoonde ooievaarsnesten. Toen al was sprake van een afname. In de jaren veertig van de vorige eeuw lag het aantal op driehonderd tot driehonderdvijftig broedparen. In de jaren zestig van de vorige eeuw was de ooievaar als broedvogel bijna uit Nederland verdwenen: in 1960 waren er nog 48 nestparen en in 1970 veertien (niet al deze paren waren ook broedparen).

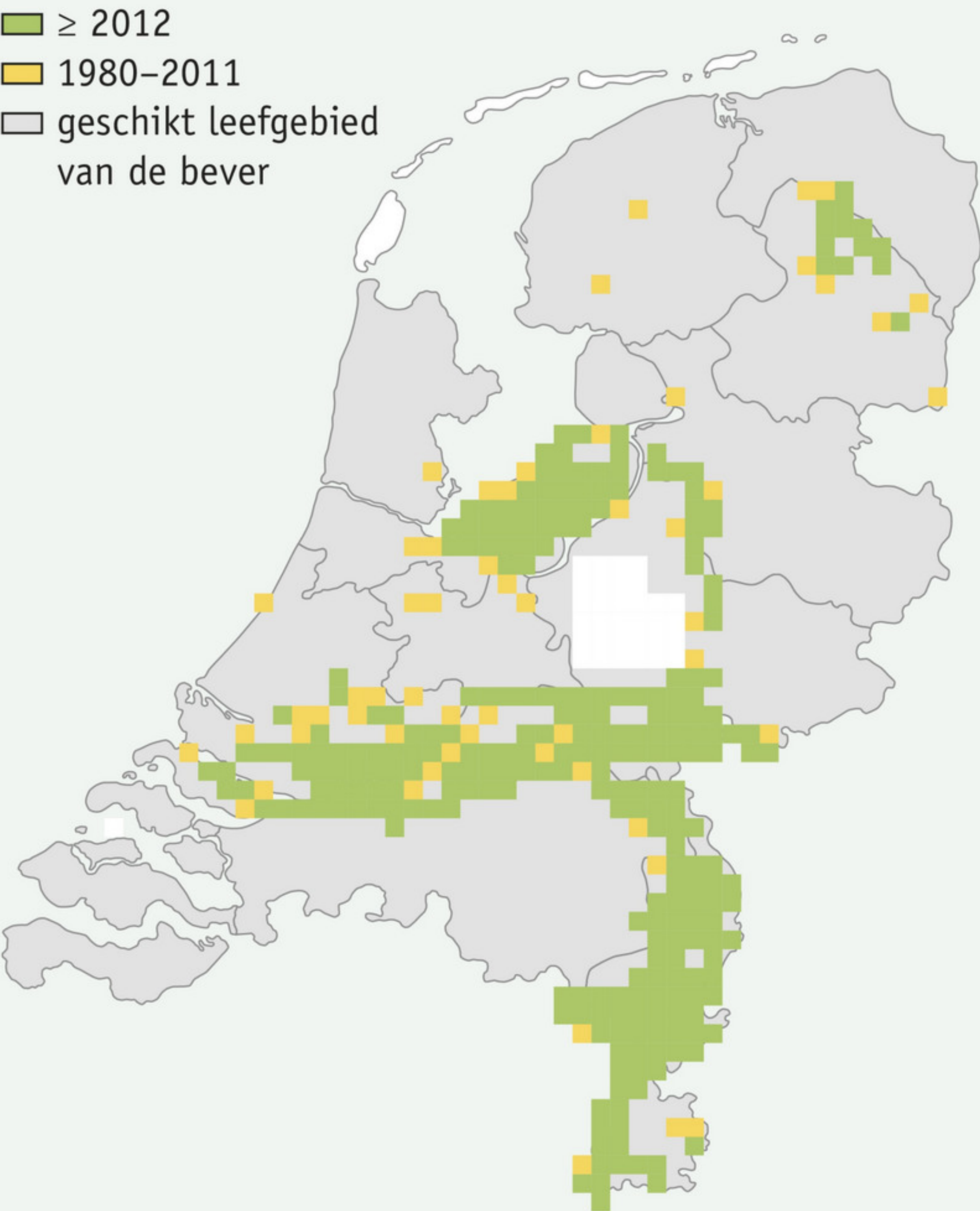
Om het tij te keren werd in 1969 een herintroductieprogramma voor de ooievaar gestart. In 2004 was het aantal broedparen weer op het niveau van 1910. Sinds 2004 staat de ooievaar niet meer op de lijst van bedreigde vogelsoorten. In 2013 waren er achthonderdvijftig broedparen. Toch is de ooievaar nog niet helemaal zelfstandig: veel broedparen brengen hun jongen groot met menselijke hulp.



▼ Afb. 12

Herintroductie bever erg succesvol

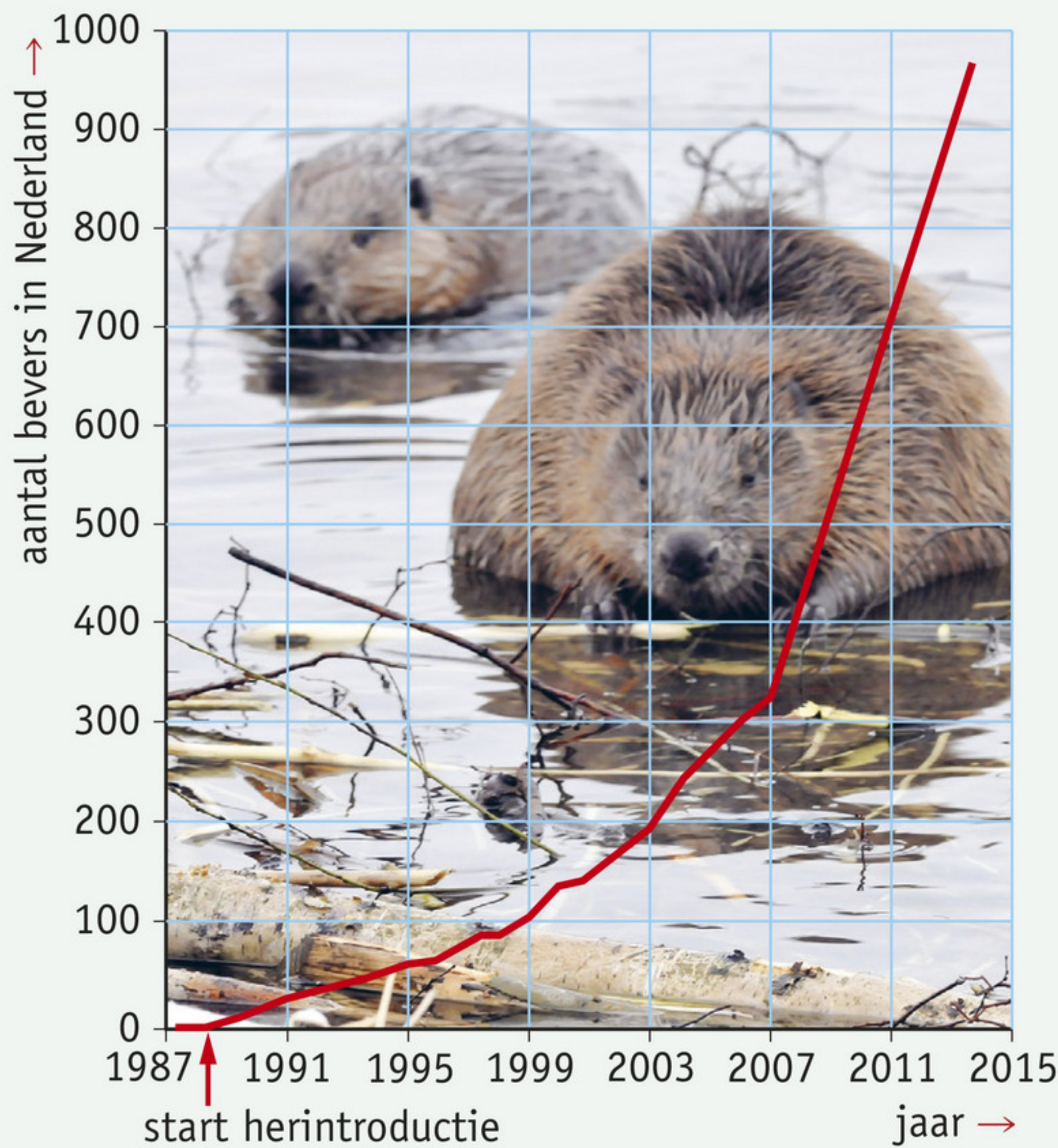
Bevers kwamen tot aan het begin van de negentiende eeuw algemeen in Europa voor, ook in ons land. Zij werden sterk bejaagd voor hun pels en vlees. In 1826 werd langs de IJssel de laatste bever in ons land gedood. Omstreeks 1900 was de bever bijna helemaal



verspreiding van de bever (*Castor fiber*) in 2013

uit Europa verdwenen. Door beschermende maatregelen en verplaatsingen is de bever in veel landen weer teruggekeerd.

Tussen 1988 en 2005 zijn in totaal 144 bevers in ons land uitgezet. Tegenwoordig wordt het aantal bevers in Nederland geschat op zo'n negenhonderd tot duizend. De verwachting is dat de bever zich blijft verspreiden en dat ook de aantallen de komende jaren blijven groeien.



herintroductie bever

▼ Afb. 13

Herintroductie van de otter in Nederland

De otter was in 1988 uitgestorven in Nederland. Tussen 2002 en 2008 zijn in totaal 31 otters geherintroduceerd in en rond het natuurgebied Weerribben-Wieden. Inmiddels leven er vijftig tot zestig otters in Nederland. Veel van deze otters zijn familie van elkaar. Om de otterpopulatie niet te laten verzwakken zijn er in 2013 twee vrouwelijke otters uitgezet die niet verwant zijn aan (geen directe familie zijn van) de eerder in Nederland uitgezette otters.



2 Energie

Door de veranderde manier van leven is de vraag naar energie in de afgelopen tweehonderd jaar sterk toegenomen. Aardgas, aardolie en steenkool zijn onze belangrijkste energiebronnen (zie afbeelding 14).

FOSSIELE BRANDSTOFFEN

Aardgas, aardolie en steenkool zijn miljoenen jaren geleden ontstaan uit resten van dode planten en dieren. We noemen ze daarom **fossiele brandstoffen**.

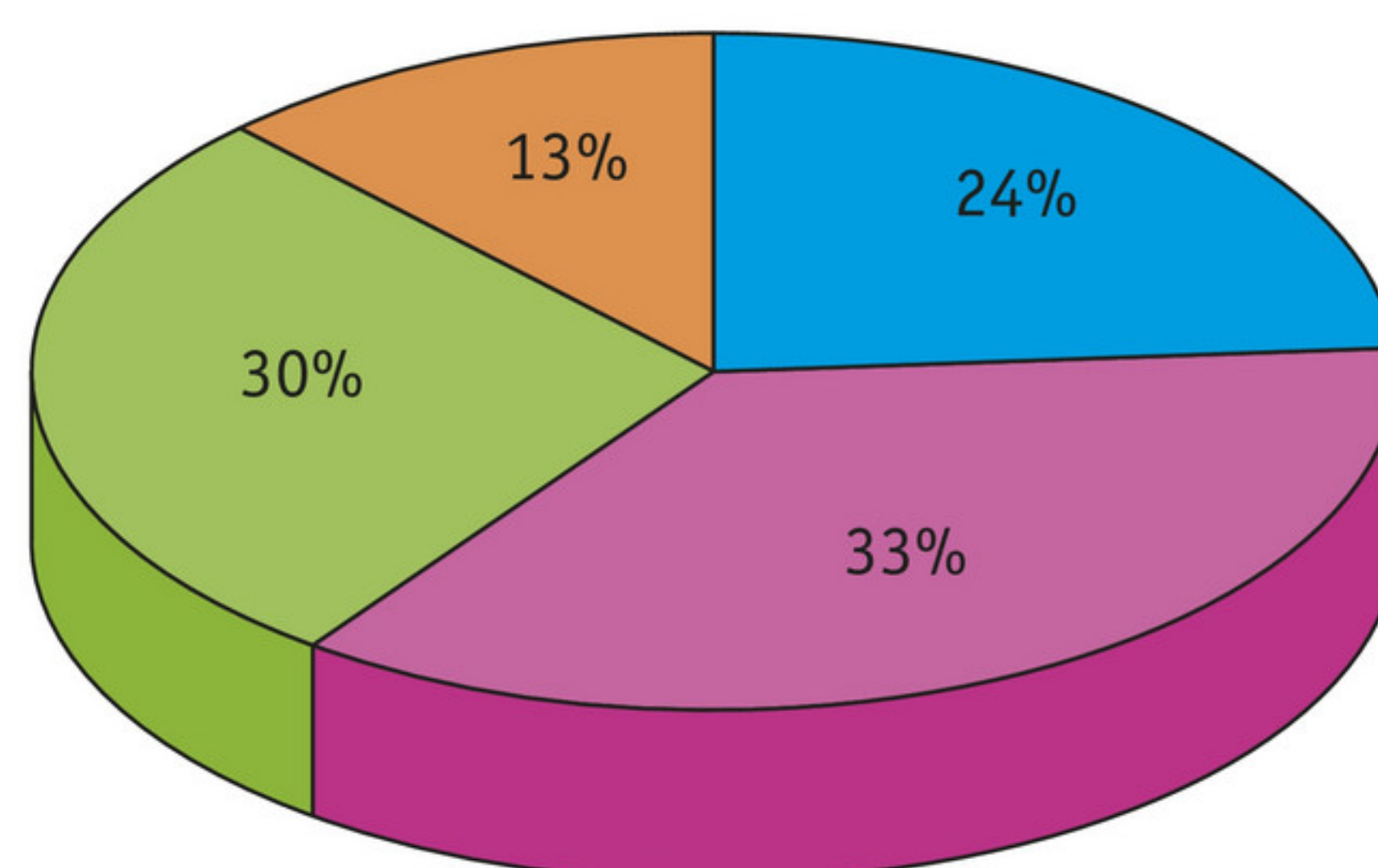
Bij de fotosynthese in planten wordt glucose gevormd. In thema 6 Ecologie heb je geleerd dat hierbij koolstofdioxide wordt verbruikt. Om fotosynthese te laten plaatsvinden hebben planten (zon)licht nodig. Zonlicht is energie van de zon.

Je hebt geleerd dat planten bij de fotosynthese de energie uit zonlicht gebruiken om glucose te maken. Hierbij nemen planten koolstofdioxide uit de lucht op. Uit glucose maken de planten allerlei andere stoffen, onder andere de stoffen waaruit ze bestaan. Glucose bevat dus de energie die planten met het zonlicht hebben opgevangen.

Alle energierijke stoffen in planten bevatten energie die afkomstig is van de zon. Ook dode plantenresten bevatten energie die afkomstig is van de zon. Hierdoor is de energie in fossiele brandstoffen ook afkomstig van de zon. Bij de verbranding van fossiele brandstoffen komt deze energie weer vrij. We kunnen deze energie gebruiken om voertuigen te laten rijden, onze huizen te verwarmen of elektriciteit te produceren. Hierbij ontstaat weer koolstofdioxide.

Fossiele brandstoffen zijn vrij goedkoop te winnen en gemakkelijk te gebruiken en te vervoeren.

► **Afb. 14** De belangrijkste energiebronnen in de wereld.



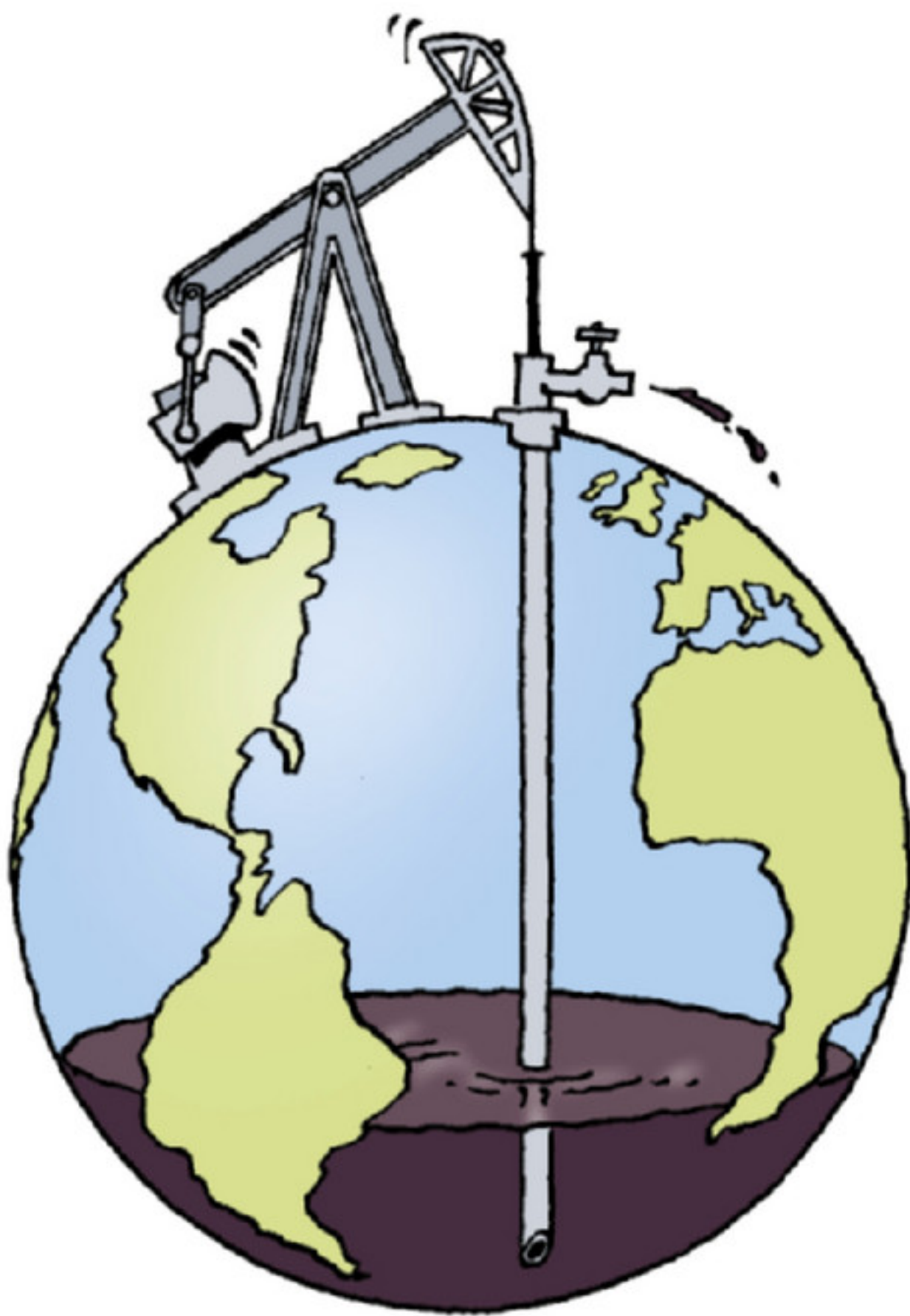
Legenda:

- aardgas
- aardolie
- steenkool
- anders

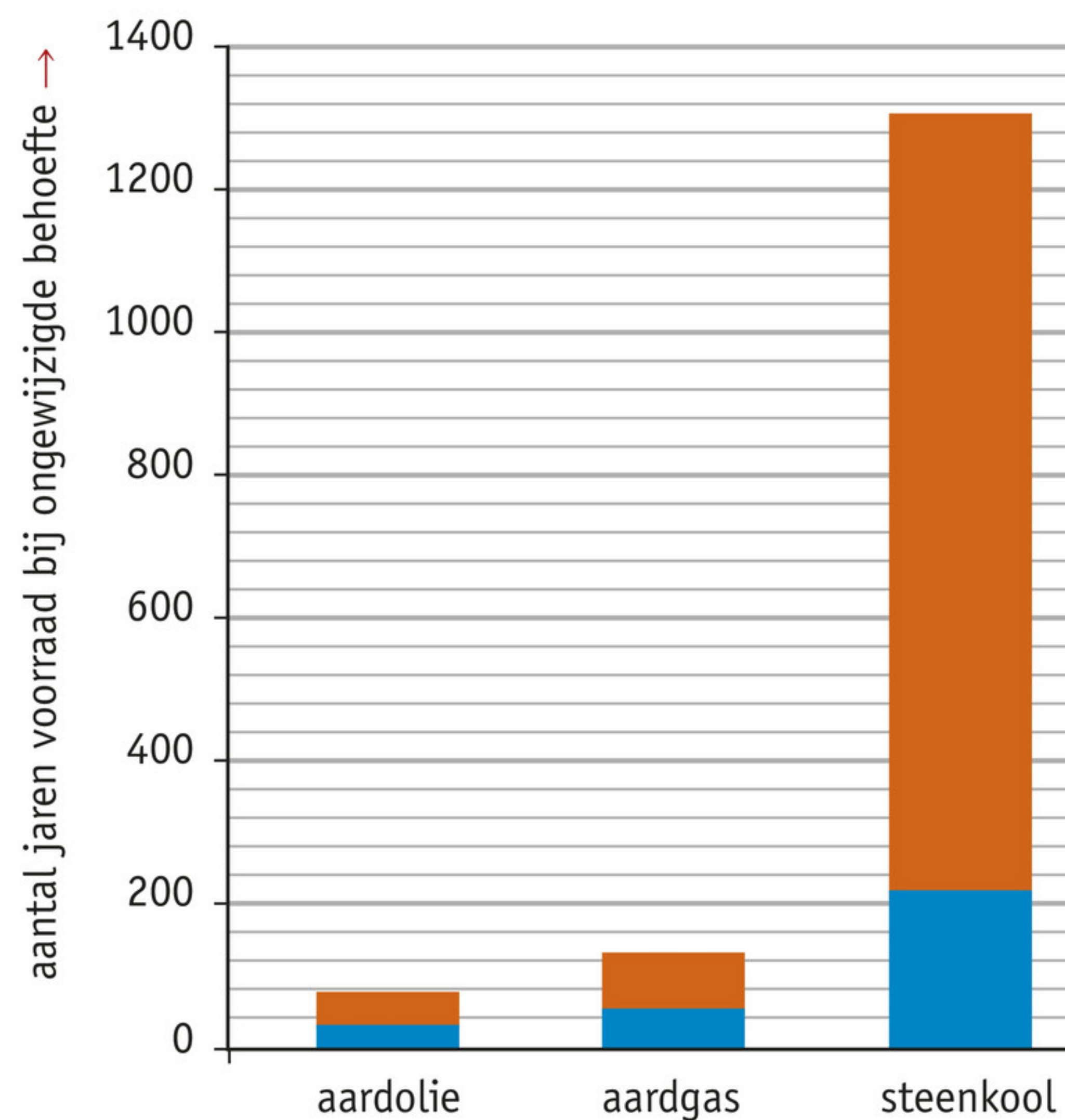
Aan het verbruik van fossiele brandstoffen kleven grote nadelen. De **koolstofdioxide** die bij de verbranding ontstaat, is een van de belangrijkste oorzaken van de **opwarming van de aarde**. In basisstof 3 leer je hier meer over. Een ander nadeel is dat bij de verbranding van steenkool en aardolie afvalstoffen ontstaan die **luchtverontreiniging** veroorzaken. In basisstof 3 en extra basisstof 6 leer je hier meer over.

Doordat we veel fossiele brandstoffen verbruiken, raakt de voorraad fossiele brandstoffen uitgeput. De verwachting is dat de voorraden aardolie, aardgas en steenkool over niet al te lange tijd op zullen zijn (zie afbeelding 16).

▼ Afb. 15



▼ Afb. 16 Hoelang gaan de voorraden fossiele brandstoffen in de aarde nog mee?



Legenda: ● direct winbare reserves

● extra voorraden die moeilijk zijn te winnen

KERNENERGIE

De 'brandstof' voor kernenergie is uranium. In een kerncentrale worden atoomkernen van uranium gesplitst. Hierbij komt erg veel energie vrij in de vorm van warmte. Met deze warmte wordt elektriciteit opgewekt. Dat gebeurt in een kernenergiecentrale. Het voordeel van kernenergie is dat er geen luchtverontreiniging ontstaat en dat er geen koolstofdioxide vrijkomt. Een groot nadeel van kernenergie is radioactief afval. Radioactief afval geeft straling af die schadelijk en dodelijk kan zijn voor de mens en de natuur. Vroeger werd al het afval opgeslagen, maar tegenwoordig wordt 95% hergebruikt. De overige 5% wordt verglaasd (vermengd met glas) en opgeslagen. Het blijft dan ongeveer tienduizend jaar gevaarlijk. In Nederland wordt niet veel radioactief afval geproduceerd: per gezin minder dan 0,5 gram. Voor heel Nederland is dit niet meer dan een grote koelkast.

▼ Afb. 17 De kernramp bij Fukushima.



Ongelukken in kerncentrales kunnen rampzalige gevolgen hebben. Een voorbeeld is de kernramp in het Japanse Fukushima in 2011, waarbij veel radioactieve straling vrijkwam (zie afbeelding 17). In het gebied waar de kernreactor stond, kan voor lange tijd niemand wonen door de radioactieve straling.

WB OPDRACHT 5 EN 6 BLZ. 76

DUURZAME ENERGIE

Om de voorraad fossiele brandstoffen niet verder uit te putten wordt steeds meer gebruikgemaakt van duurzame energie. **Duurzame energie** is energie die geen milieuvervuiling veroorzaakt en waarbij de energiebron niet opraakt. Voorbeelden van duurzame energie zijn energie uit biobrandstoffen (biomassa), windenergie, zonne-energie en waterkracht. Omdat het beter is voor het milieu en omdat de fossiele brandstoffen uitgeput raken, wordt steeds vaker gekozen voor duurzame energie.

Het grootste deel van de duurzame energie die in Nederland wordt opgewekt komt uit **biomassa**. Biomassa bestaat uit energierijke stoffen van organisch materiaal, zoals hout, groente- fruit- en tuinafval, mest en plantaardige olie. Biomassa kan als brandstof worden gebruikt. Bij de verbranding ervan ontstaat weliswaar koolstofdioxide, maar die is door planten tijdens hun groei ook uit de lucht opgenomen. Daardoor stijgt de hoeveelheid koolstofdioxide in de lucht niet.

Sommige planten worden speciaal gekweekt om **biobrandstoffen** te maken. In Brazilië bijvoorbeeld wordt suikerriet verbouwd om daarmee alcohol te maken. De motoren van auto's kunnen geschikt worden gemaakt om op alcohol te rijden. Ook kan olie worden gewonnen uit bijvoorbeeld zonnebloemen, koolzaad en oliepalmen. Uit deze olie kan **biodiesel** worden gemaakt, waar auto's op kunnen rijden (zie afbeelding 18).

▼ Afb. 18

Biodiesel uit algen

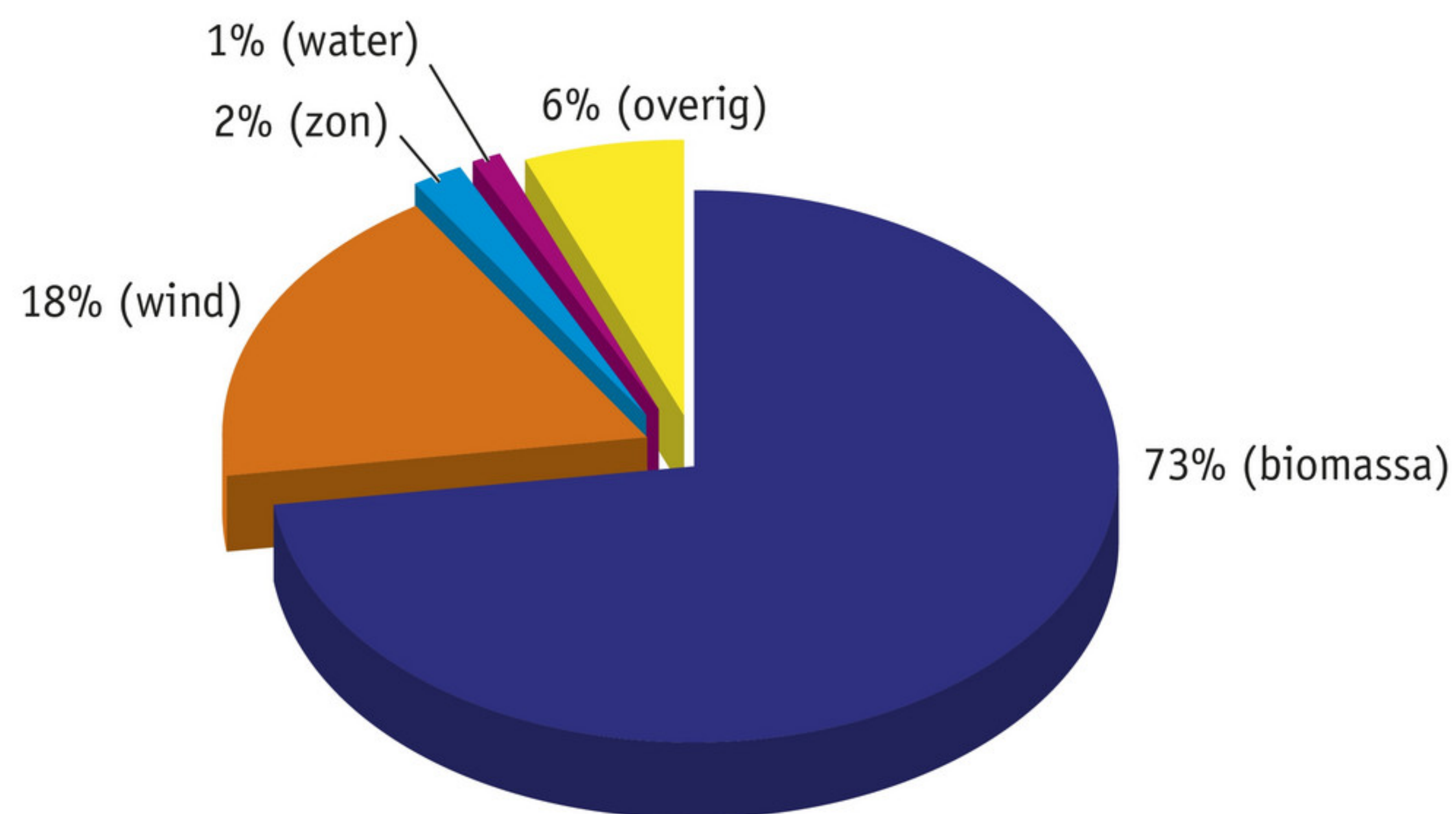
Algen worden gezien als de nieuwe bron van biodiesel. Algen kunnen op kleine oppervlakken groeien. Een Nederlands bedrijf kweekt grote hoeveelheden algen in een soort vijvers. Door het toevoegen van extra koolstofdioxide wordt de groei gestimuleerd. Na de oogst worden de algen geperst, waardoor er plantenolie uit komt. Deze olie is te gebruiken in een bio-energiecentrale of kan worden omgezet in biodiesel.



Deze eerste generatie biobrandstoffen wordt gemaakt uit voedsel. Om gewassen voor biobrandstof te verbouwen is veel landbouwgrond nodig. Er blijft dan minder grond over om voedsel te verbouwen. Veel mensen vinden daarom dat het verbouwen van planten voor biobrandstof niet duurzaam is. Vanwege dit nadeel werd de tweede generatie biobrandstoffen ontwikkeld. Deze worden gemaakt uit afvalhout en landbouwafval, zoals stro (stengels) en kaf (harde beschermlagen van graankorrels), maar ook uit gebruikt frituurvet. Voor de tweede generatie biobrandstoffen is dus geen extra landbouwgrond nodig.

Tegenwoordig worden ook speciaal algen gekweekt voor de productie van biobrandstoffen. Voor het kweken van algen is minder grond nodig dan voor het verbouwen van planten (zie afbeelding 19).

► **Afb. 19** Bronnen van duurzame energie in Nederland (2014).



Windmolens zetten **windenergie** om in elektrische energie. De opgewekte elektriciteit gaat naar het elektriciteitsnet, waardoor elektriciteitscentrales minder fossiele brandstoffen hoeven te verbranden. Het gebruik van energie uit de wind is niet nieuw. Vroeger werd windenergie bijvoorbeeld gebruikt als energiebron voor molens en zeilboten.

Windmolens hebben ook nadelen. Veel mensen vinden windmolens in de natuur geen mooi gezicht. Dit wordt **horizonvervuiling** genoemd (zie afbeelding 20). Daarom ontwikkelt men tegenwoordig windmolenparken in de Noordzee.

► **Afb. 20** Windmolens zorgen voor horizonvervuiling.



Zonne-energie is oneindig beschikbaar. De energie van de zon kan direct worden gebruikt, bijvoorbeeld voor zonneboilers en zonnepanelen (zie afbeelding 21). **Zonneboilers** bevatten water dat door de zon wordt verwarmd. Met het warme water kun je douchen of de was doen. In **zonnepanelen** wordt door zonlicht elektriciteit opgewekt. Zonnepanelen worden steeds goedkoper en efficiënter, waardoor het in de toekomst ook mogelijk zal zijn om voldoende energie op te wekken op bewolkte dagen.

▼ **Afb. 21** Zonne-energie.

▼ **Afb. 22** Een watermolen.



1 zonnepanelen



2 een zonneboiler

Ook vroeger werd al **waterkracht** gebruikt, bijvoorbeeld om hout te zagen en graan te malen (zie afbeelding 22). Tegenwoordig worden in rivieren grote stuwdammen gebouwd, waarmee elektriciteit wordt opgewekt. Door de aanleg van een stuwdam ontstaat een stuwmeer, waardoor het milieu een grote verandering ondergaat (zie afbeelding 23). Nederland is te vlak om grote stuwdammen te bouwen. Wel zijn er kleine stuwdammen gebouwd in de Maas en de Rijn, maar deze leveren weinig energie.

WB OPDRACHT 7 T/M 10 BLZ. 76

▼ **Afb. 23**

Milieuverandering door reusachtige stuwdam

De Drieklovendam in de rivier de Jangtsekiang in China is de grootste stuwdam ter wereld. De centrale levert bijna evenveel elektriciteit als in heel Nederland in een jaar wordt verbruikt. De dam heeft ook nadelige gevolgen. Bij de aanleg van de stuwdam is een groot gebied onder water komen te staan, waardoor meer dan een miljoen mensen moesten verhuizen. Bijzondere en bedreigde diersoorten, zoals de Jangtse-dolfijn, dreigen uit te sterven doordat de dam de doorgang belemmert.



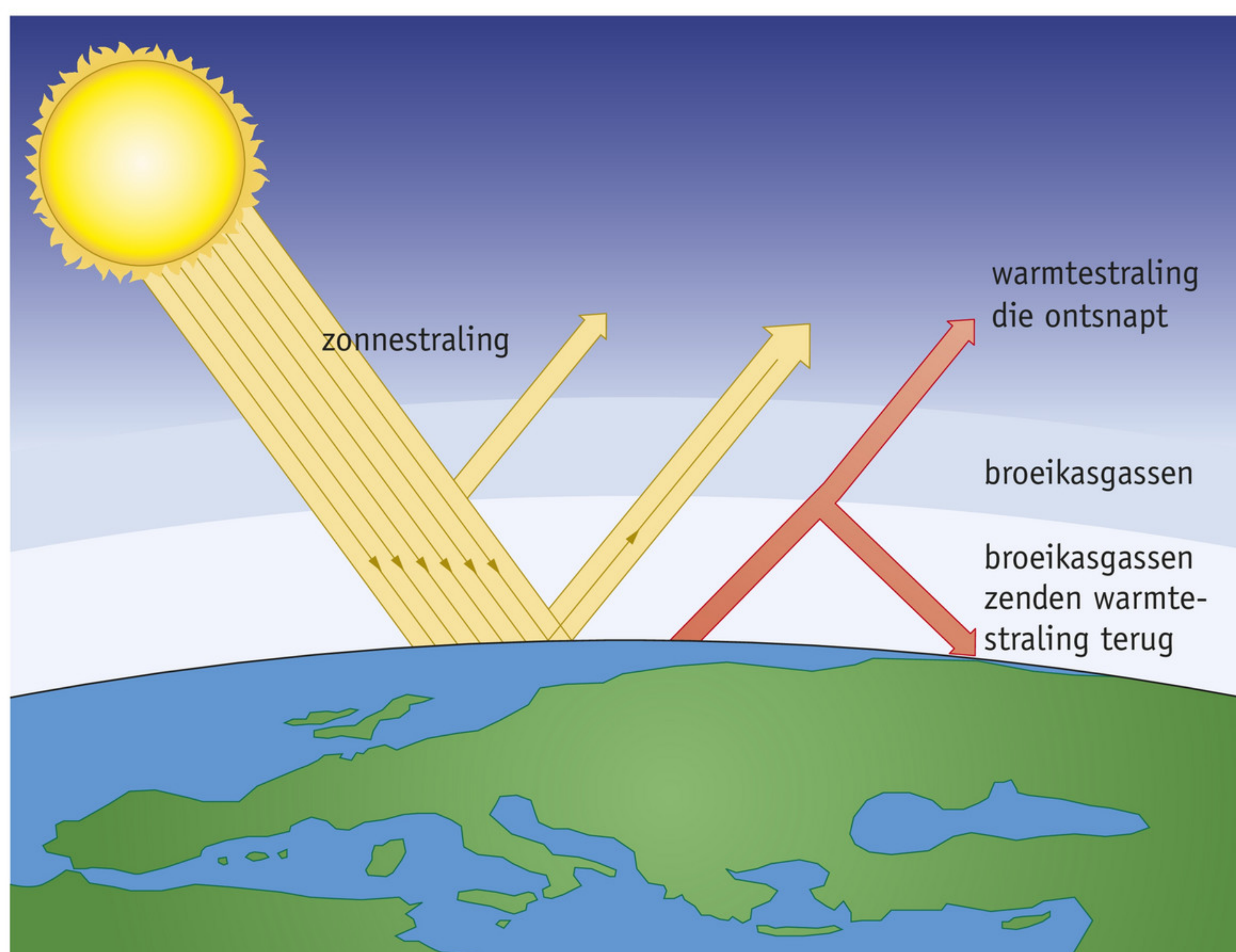
de Drieklovendam in China

3 Het broeikaseffect

Het klimaat op aarde wordt voor een groot deel bepaald door de **dampkring**. De dampkring (of **atmosfeer**) is de luchtlaag rondom de aarde. De dampkring is een mengsel van verschillende gassen. De gassen in de dampkring laten een deel van de zonnestraling door naar de aarde, de rest wordt weerkaatst. Op de aarde wordt een deel van de zonnestraling omgezet in warmte. De aarde straalt deze warmte ook weer uit. Bepaalde gassen in de dampkring houden de **warmte-uitstraling** voor een deel tegen (zie afbeelding 24). Hierdoor wordt het warmer op aarde.

De werking van die gassen is te vergelijken met een broeikas (een plantenkas). Ook een broeikas houdt de warmte die binnenkomt vast. De werking van de gassen die de warmte-uitstraling tegenhouden, heet daarom het **broeikaseffect**. De gassen in de dampkring die het broeikaseffect veroorzaken, worden **broeikasgassen** genoemd. **Waterdamp** en **koolstofdioxide** zijn de belangrijkste broeikasgassen. Door het broeikaseffect is de gemiddelde temperatuur op aarde 15 °C. Zonder broeikasgassen zou de gemiddelde temperatuur op aarde -18 °C zijn en zou er waarschijnlijk geen leven op aarde zijn ontstaan.

► **Afb. 24** Het natuurlijke broeikaseffect.



HET VERSTERKTE BROEIKASEFFECT

In de afgelopen honderd jaar is de gemiddelde temperatuur op aarde ongeveer 0,8 °C gestegen. In Nederland is de gemiddelde temperatuur nog meer gestegen. Volgens de meeste onderzoekers wordt de temperatuurstijging veroorzaakt doordat de mens steeds meer broeikasgassen aan de dampkring afgeeft. De dampkring houdt daardoor meer warmte-uitstraling tegen, waardoor de temperatuur op aarde stijgt.

In de afgelopen honderd jaar zijn mensen steeds meer fossiele brandstoffen gaan verbruiken. Bij de verbranding daarvan ontstaat koolstofdioxide. Vooral de toename van koolstofdioxide in de lucht versterkt het broeikaseffect, maar er zijn ook andere factoren die een rol spelen (zie afbeelding 25).

WB OPDRACHT 11 EN 12 BLZ. 79

▼ Afb. 25

Methaan

Wanneer het gaat over de opwarming van de aarde wordt vooral koolstofdioxide (CO_2) gezien als boosdoener, maar ook voor methaan moeten we oppassen. Methaan komt voor in de natuur. Het is bijvoorbeeld het belangrijkste bestanddeel van aardgas. Ook de scheten van runderen bestaan voor een groot deel uit methaan. Het gas ontstaat bij de afbraak van voedsel door bacteriën in de darmen en in de maag van koeien. In de buurt van rundveeboerderijen zit veel methaan in de lucht. Methaan ontstaat ook bij afbraak van dode resten van planten in moerasbodems. Hoe hoger de temperatuur op aarde wordt, hoe sneller die afbraak gaat en hoe meer methaan in de lucht komt. Als broeikasgas is methaan 25 x sterker dan koolstofdioxide. De huidige voorspellingen over de opwarming van de aarde houden geen rekening met de rol die methaan speelt.

Daardoor wordt de toekomstige opwarming van de aarde onderschat.



KLIMAATVERANDERING

Over de gevolgen van het versterkte broeikaseffect is nog niet alles bekend. Wel is duidelijk dat er een klimaatverandering kan optreden. We spreken van een **klimaatverandering** als het weertype gedurende een periode van meerdere jaren verandert. Zo'n verandering is bijvoorbeeld de stijging van de gemiddelde temperatuur op aarde.

▼ Afb. 26 Een gletsjer.

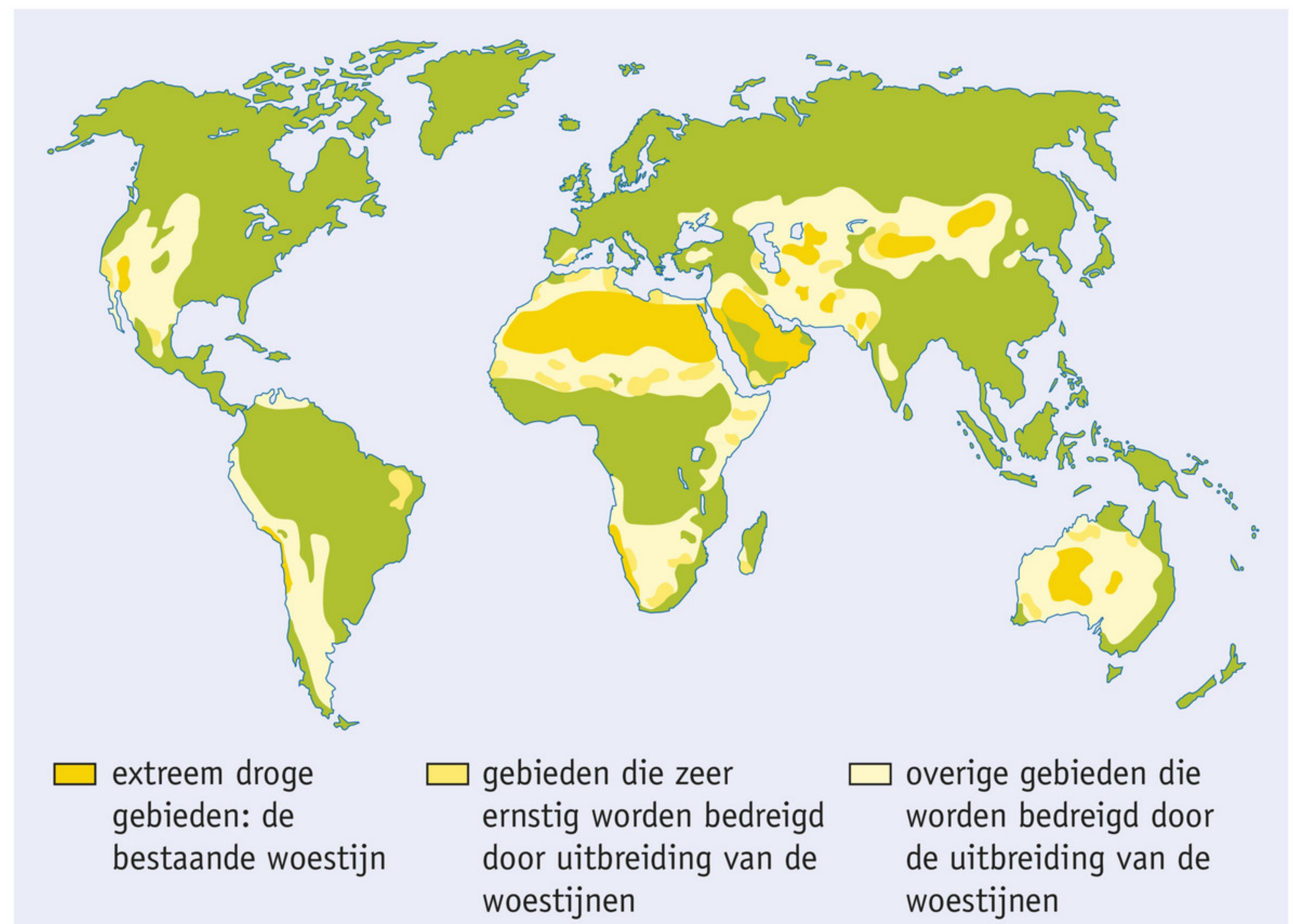


Doordat het warmer wordt, worden ook de zeeën en oceanen warmer. Water dat opwarmt, zet uit en neemt meer ruimte in. Daardoor stijgt de **zeespiegel**. Door stijging van de zeespiegel kunnen laaggelegen gebieden overstromen.

De zeespiegel zal ook stijgen doordat het ijs op de Zuidpool en van gletsjers smelt (zie afbeelding 26). Het smeltende ijs komt in zee terecht. Ook het ijs van de Noordpool smelt, maar dat heeft weinig gevolgen voor de zeespiegel.

Hogere temperaturen leiden in bepaalde gebieden tot droogte, waardoor woestijnen groter worden (zie afbeelding 27). Volgens sommige onderzoekers zal de voedselvoorziening in gevaar komen doordat de landbouw in grote gebieden onmogelijk wordt. Volgens andere onderzoekers zal het versterkte broeikaseffect juist gunstig zijn voor de landbouw. Door een hogere temperatuur groeien voedingsgewassen beter. De gewassen leveren daardoor meer voedsel op. Bovendien zouden delen van de aarde die nu te koud zijn door de hogere temperatuur wel geschikt kunnen worden voor de landbouw.

► Afb. 27



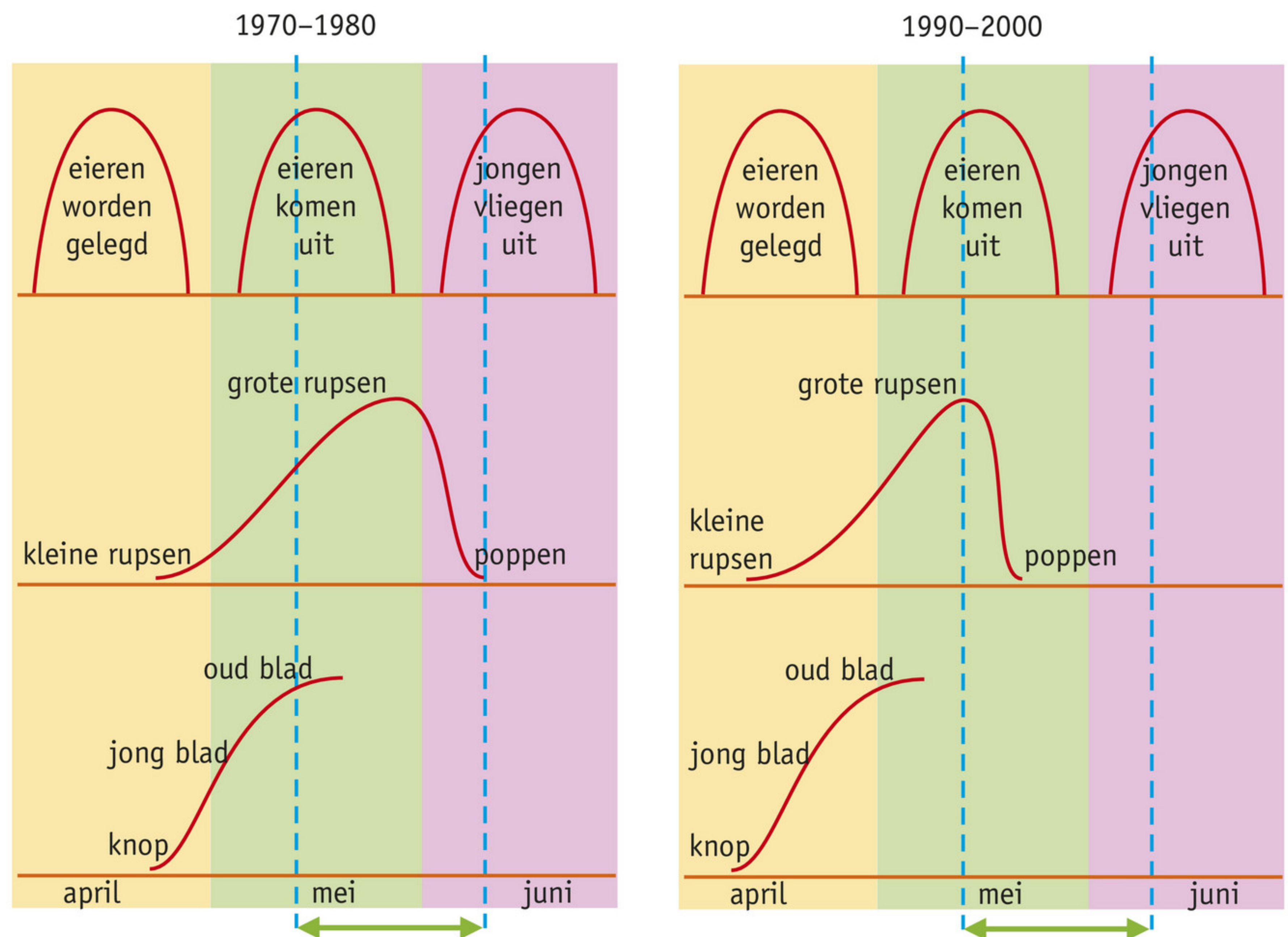
▼ Afb. 28 Verwacht wordt dat het korhoen door de klimaatverandering uit Nederland zal verdwijnen.



VERANDERINGEN IN DE NATUUR

De gevolgen van de klimaatverandering zijn in de natuur al goed merkbaar. In Nederland komen nu planten- en diersoorten voor die vroeger alleen in zuidelijker gebieden zoals België en Frankrijk voorkwamen. Er zijn ook soorten die minder voorkomen of zelfs zijn verdwenen (zie afbeelding 28). Doordat het 's winters zachter en in het voorjaar warmer is geworden, is het jaarritme van veel soorten veranderd. Bomen krijgen vroeger in het jaar bladeren en veel planten bloeien eerder. Voor sommige voedselketens heeft dit ernstige gevolgen. De voedselketen eik → rups → koolmees bijvoorbeeld raakt door de opwarming verstoord. Koolmezen voeren hun jongen graag rupsen van de wintervlinder. Deze rupsen eten eikenbladeren. Doordat de eiken eerder in blad komen, verschijnen de rupsen van de wintervlinder ook eerder in het jaar. Maar de koolmezen leggen hun eieren nog steeds in dezelfde tijd van het jaar. In de periode dat de eieren van een koolmees zijn uitgekomen en de jongen moeten worden gevoerd, zijn er niet meer voldoende rupsen beschikbaar (zie afbeelding 29).

▼ **Afb. 29** Klimaatverandering verstoort de voedselketen eik → rups → koolmees.



GEVOLGEN VOOR DE GEZONDHEID

Door de opwarming van de aarde neemt het aantal warme dagen in Nederland toe. Bij warmer weer neemt het aantal sterfgevallen toe. Door een hittegolf stierven in augustus 2003 naar schatting vijfhonderd mensen meer dan normaal in augustus. Ongeveer tweehonderd van deze extra sterfgevallen werden veroorzaakt door smog tijdens de hittegolf (zie ook extra basisstof 6). Door de klimaatverandering komen ook sommige ziekten vaker voor. Een voorbeeld is de ziekte van Lyme. Deze ziekte wordt veroorzaakt door een bacterie die door teken wordt overgebracht (zie afbeelding 30). In de periode 2007-2013 is het aantal gevangen teken meer dan verdubbeld. Bij warm en vochtig weer verspreiden teken zich het meest. De ziekte van Lyme is daardoor gevoelig voor klimaatveranderingen.

WB OPDRACHT 13 T/M 16 BLZ. 80

► **Afb. 30** Een teek.



1 een teek steekt zijn kop in de huid en zuigt bloed op



2 na enkele dagen ontstaat er een karakteristieke rode vlek op de plek van de tekenbeet

4 Afval

▼ **Afb. 31** Afval van mensen.



Door de toename van de bevolking en de veranderde manier van leven is de hoeveelheid afval die we met z'n allen produceren sterk toegenomen. Bij **afval** denk je misschien aan huisvuil dat je in een afvalbak of in een vuilniszak stopt (zie afbeelding 31). Dat is echter maar een deel van het afval dat we produceren. Niet alleen de mens produceert afval, ook planten en dieren doen dat. Afval van planten bestaat bijvoorbeeld uit afgevallen bladeren of omgevallen bomen (zie afbeelding 32.1). Afval van dieren bestaat bijvoorbeeld uit uitwerpselen van dieren of uit dode dieren (zie afbeelding 32.2).

▼ **Afb. 32**



1 afval van planten

▼ **Afb. 33** Biologisch afbreekbaar afval.



2 ook een gestorven dier is afval

In deel 1 heb je geleerd dat bacteriën en schimmels zich voeden met (dode) resten van organismen. Deze reducenten breken het afval van planten en dieren af. We noemen dat ook wel **biologische afbraak**. Het afval van planten en dieren is dus **biologisch afbreekbaar** (zie afbeelding 33). De mens maakt producten van delen van planten of dieren. Afval dat afkomstig is van deze producten is ook biologisch afbreekbaar. Voorbeelden van zulk afval zijn broodkorsten en papier.

Mensen maken ook producten van glas, metaal en steen. Als deze producten worden weggegooid, kunnen ze niet door bacteriën en schimmels worden afgebroken. We noemen dat **niet-biologisch afbreekbaar afval** (zie afbeelding 34).

Tegenwoordig worden ook veel producten gemaakt van **kunststoffen** zoals plastic, nylon of piepschuim (zie afbeelding 35). Deze kunststoffen zijn bijna nooit biologisch afbreekbaar. Producten van kunststof blijven jarenlang bestaan. Sommige kunststoffen verbrekken na verloop van tijd tot kleinere stukjes. Die kleine stukjes zijn vaak gevaarlijk (zie afbeelding 36).

WB OPDRACHT 17 T/M 21 BLZ. 84

▼ **Afb. 34** Niet-biologisch afbreekbaar afval.



▼ **Afb. 35** Producten van kunststoffen.



▼ **Afb. 36**

Plastic soep

In de Stille Oceaan drijft een enorme vuilnisbelt met afval van plastic. Het gebied is zo groot als Frankrijk, Spanje en Portugal samen. Het plastic in deze vuilnisbelt is vaak niet zichtbaar voor het oog. Dat komt doordat het onder invloed van zonlicht en golven uiteenvalt in steeds kleinere deeltjes. Op die manier is er een soep van plastic ontstaan. Ook in de Atlantische Oceaan en in de Indische Oceaan komen vuilnisbelten van plastic voor.

Deze plastic soep is een bedreiging voor al het leven in de oceanen. Insecten zoals de zeeschaatser leggen massaal eitjes op de kleine stukjes plastic. Deze eitjes worden samen met de kleine stukjes plastic gegeten door onder andere krabben. Op die manier komen plastic deeltjes in de voedselketen terecht. Uiteindelijk bereikt het plastic via de voedselketen roofvissen, vogels en zeehonden. De gevolgen

hiervan verschillen van vergiftiging tot verstoring van de hormoonhuishouding. Het plastic komt via schelpdieren en vissen uiteindelijk ook in het lichaam van mensen terecht.



▼ Afb. 37 Grofvuil.



HUISHOUDELIJK AFVAL

Afval van huishoudens is **huishoudelijk afval**. In Nederland wordt jaarlijks zo’n negen miljard kilogram huishoudelijk afval opgehaald. Dit afval bestaat uit **huisvuil** en **grofvuil**. Met grofvuil bedoelen we oude meubels, matrassen, enzovoort (zie afbeelding 37). In afbeelding 38 is weergegeven hoe het huisvuil is samengesteld. Het bedrijfsleven produceert daarnaast nog zo’n 45 miljard kilogram afval per jaar. Voorbeelden hiervan zijn autowrakken, oude autobanden, sloopafval en landbouwafval. Al dat afval moet worden ingezameld en verwerkt.

▼ Afb. 38 De samenstelling van huisvuil.



- Legenda:
- | | |
|---|--------------|
| groente-, fruit- en tuinafval (gft-afval) | textiel |
| papier en karton | metalen |
| plastic en andere kunststoffen | overig afval |
| glas | |

▼ Afb. 39 Afvalcontainers.



In vrijwel alle gemeenten van Nederland wordt het huisvuil gescheiden ingezameld. Veel mensen hebben thuis twee **afvalcontainers** (zie afbeelding 39). Eén van de containers is voor het groente-, fruit- en tuinafval. Deze **gft-container** is vaak groen. Een andere container is voor het afval dat niet gescheiden kan worden ingezameld. In sommige gemeenten moet je voor dit **restafval** een vuilniszak gebruiken. In veel gemeenten wordt ook papier, glas, plastic, textiel en klein chemisch afval gescheiden ingezameld. Vaak staan hiervoor containers bij supermarkten of winkelcentra (zie afbeelding 40).

▼ Afb. 40



1 glasbak



2 papierbak



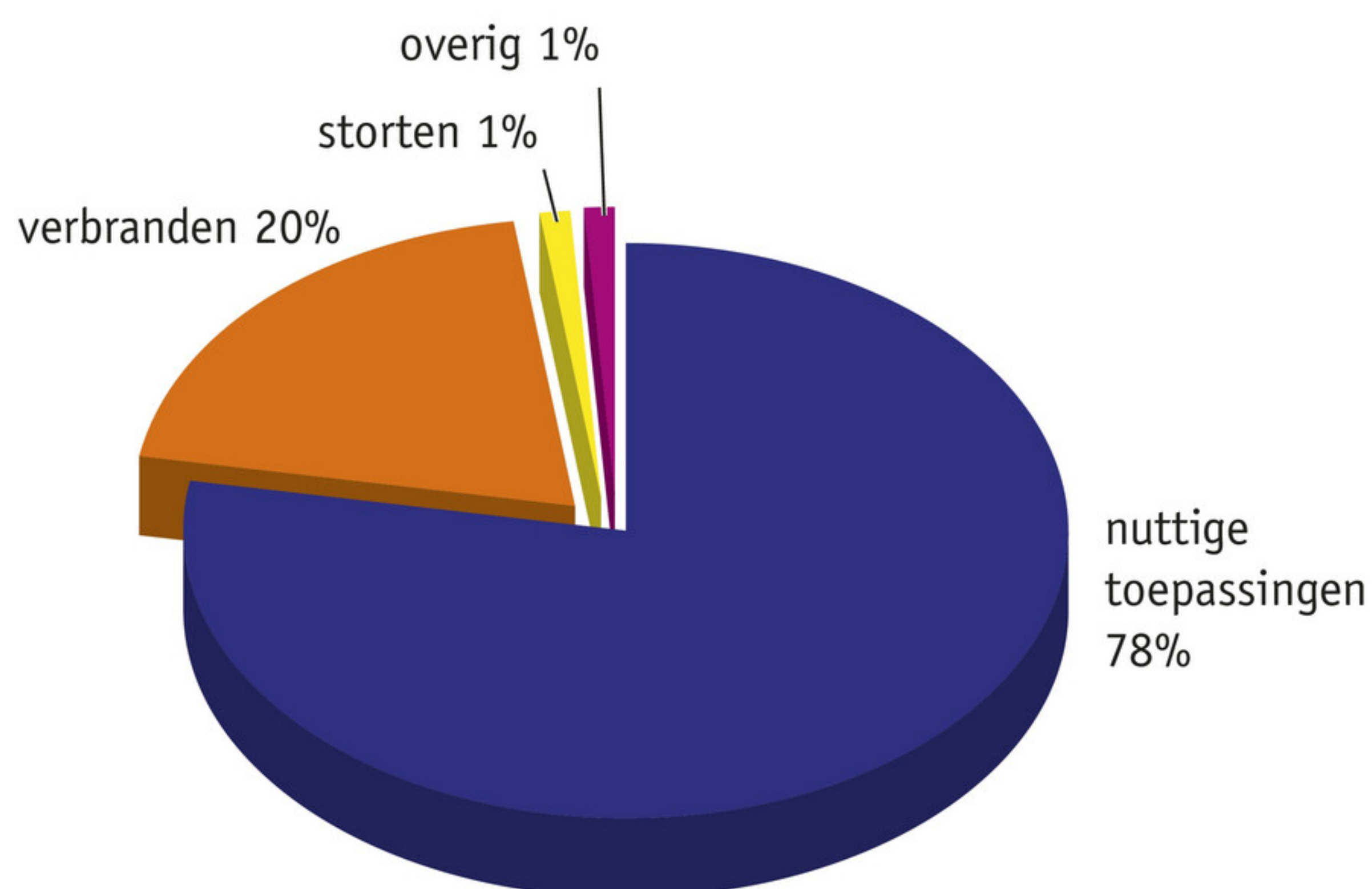
3 textielbak

AFVALVERWERKING

Gescheiden afval kan op drie manieren verder worden verwerkt. Het kan worden verbrand, gestort of gebruikt voor nuttige toepassingen. Vormen van verwerking voor nuttige toepassingen zijn recyclen, hergebruik en composteren. In 2010 werd in Nederland ongeveer 78% van het afval gebruikt voor nuttige toepassingen, 20% werd verbrand en 1% werd gestort (zie afbeelding 41).

Bij **hergebruik** wordt een voorwerp opnieuw gebruikt, zoals statiegeldflessen (zie afbeelding 42). Bij **recycling** worden afvalproducten als **grondstoffen** gebruikt voor nieuwe producten. Papier, glas, metalen en kleding worden voor een groot deel gerecycled. Auto's en elektrische apparaten (zoals tv's en computers) worden eerst gedemonteerd. Sommige onderdelen kunnen opnieuw worden gebruikt. De andere onderdelen worden zo veel mogelijk verwerkt tot grondstoffen voor nieuwe producten. Zo wordt voorkomen dat giftige stoffen in het milieu komen.

▼ Afb. 41 De verwerking van gescheiden afval in Nederland in 2010.



▼ Afb. 42 Statiegeldflessen worden hergebruikt.



▼ Afb. 43 Compost.



Bij **composteren** wordt gft-afval afgebroken door reducenten. Je hebt geleerd dat daarbij voedingsstoffen voor planten vrijkomen. Zo ontstaat uit gft-afval een soort mest met veel voedingsstoffen voor planten. Deze mest heet **compost** (zie afbeelding 43). Composteren is milieuvriendelijk, omdat voedingsstoffen uit gft-afval worden gebruikt om planten te laten groeien. Van het huishoudelijk afval wordt 20% verbrand. **Verbranden** gebeurt in grote verbrandingsovens (zie afbeelding 44). Bij de verbranding komt warmte vrij. Een groot deel van deze warmte wordt gebruikt om elektriciteit op te wekken en huizen en kassen te verwarmen.

Een klein deel van het afval wordt gestort op vuilnisbelten. **Storten** is de gemakkelijkste en goedkoopste methode van afvalverwerking. Storten heeft echter verschillende nadelen. Een vuilnisbelt kan erg stinken en er leeft vaak veel ongedierte.

▼ Afb. 44 Verbrandingsoven.



▼ Afb. 45 Een milieustraat.



▼ Afb. 46 Klein chemisch afval.



Veel gemeenten hebben een **milieustraat** (zie afbeelding 45). Deze wordt ook wel afvalstraat of gemeentewerf genoemd. Inwoners van een gemeente kunnen daar zelf afval naartoe brengen, zoals tuinafval, afval van een verbouwing, oud ijzer en oude meubelen. Ook is daar een depot voor klein chemisch afval. **Klein chemisch afval (kca)** is al het chemisch afval van huishoudens (zie afbeelding 46). Klein chemisch afval kun je ook inleveren bij de winkels of bedrijven waar je de producten hebt gekocht. Bijvoorbeeld oude medicijnen bij apotheken en lege batterijen bij fotozaken.

WB OPDRACHT 22 T/M 25 BLZ. 89

5 Voedselproductie

Je hebt geleerd dat de wereldbevolking nog steeds groeit. Al die mensen moeten eten. Het voedsel van mensen komt van de landbouw. Onder **landbouw** vallen de activiteiten waarbij het natuurlijk milieu wordt aangepast voor de productie van planten en dieren voor menselijk gebruik.

Er zijn drie soorten landbouw: **akkerbouw**, **veeteelt** en **tuinbouw** (zie afbeelding 47).

De planten die in de akkerbouw en tuinbouw worden verbouwd, heten **voedingsgewassen**. De dieren die in de veeteelt worden gehouden, noemen we **landbouwhuisdieren**. Al eeuwen proberen mensen de opbrengst van voedingsgewassen en landbouwhuisdieren zo hoog mogelijk te maken. Bij voedingsgewassen kan dat door de bodem te bemesten en te bewerken en de gewassen te beschermen tegen ziekten en plagen. Bij landbouwhuisdieren kan dat door de dieren speciaal voer te geven en ze te beschermen tegen ziekten. Ook kan de opbrengst worden verhoogd door te kruisen, te fokken of gebruik te maken van moderne technieken uit de biotechnologie.

▼ **Afb. 47** Drie vormen van landbouw.



1 akkerbouw



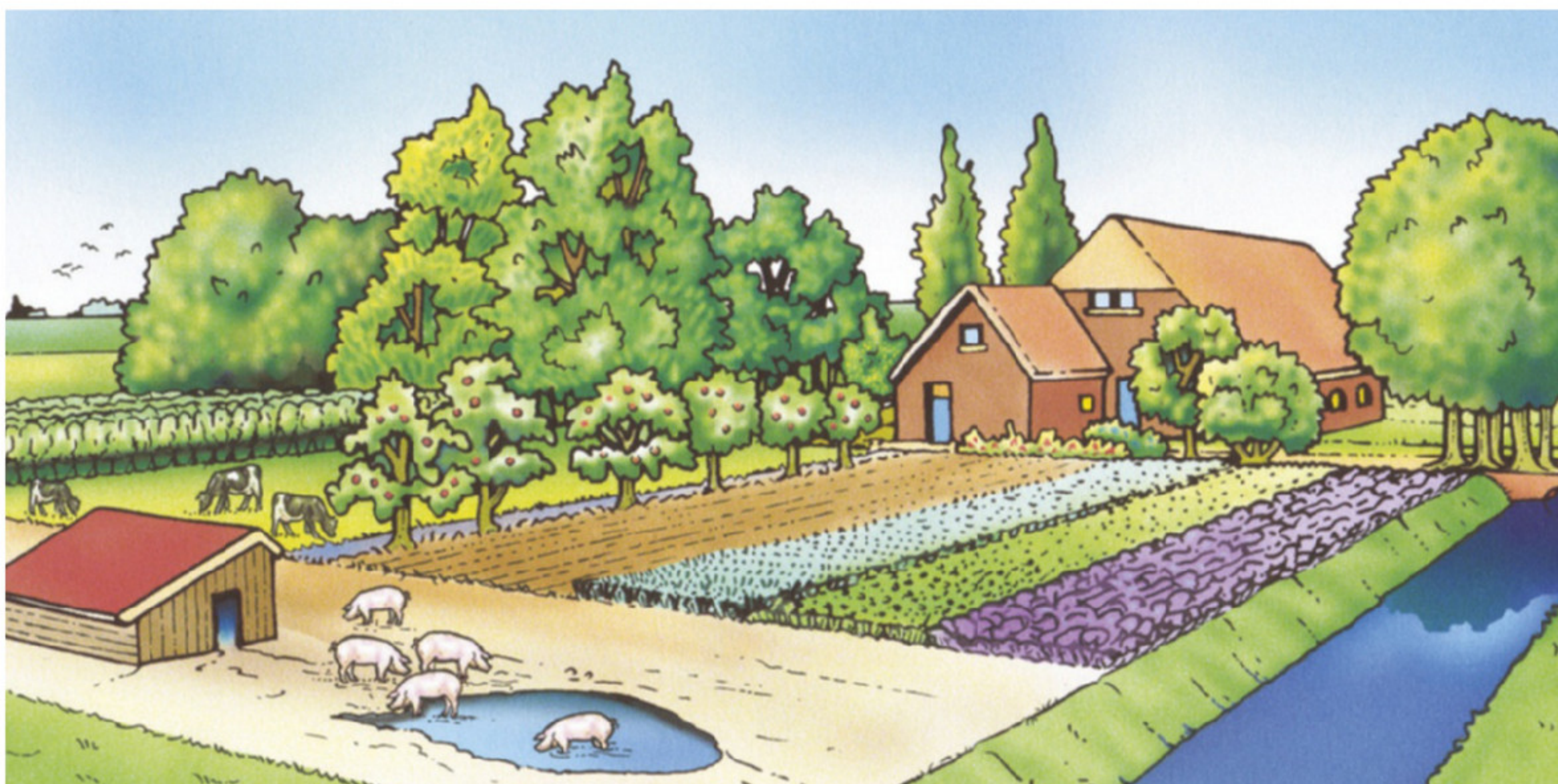
2 veeteelt



3 tuinbouw

De landbouw in Nederland is de laatste zestig jaar sterk veranderd. Tot 1950 waren de meeste landbouwbedrijven **gemengde bedrijven** of **combinatiebedrijven**. De boeren bedreven zowel akkerbouw als veeteelt. Meestal verbouwden ze ook groenten (zie afbeelding 48). Tegenwoordig zijn de meeste bedrijven gespecialiseerd: er zijn akkerbouwbedrijven, veeteeltbedrijven en tuinbouwbedrijven.

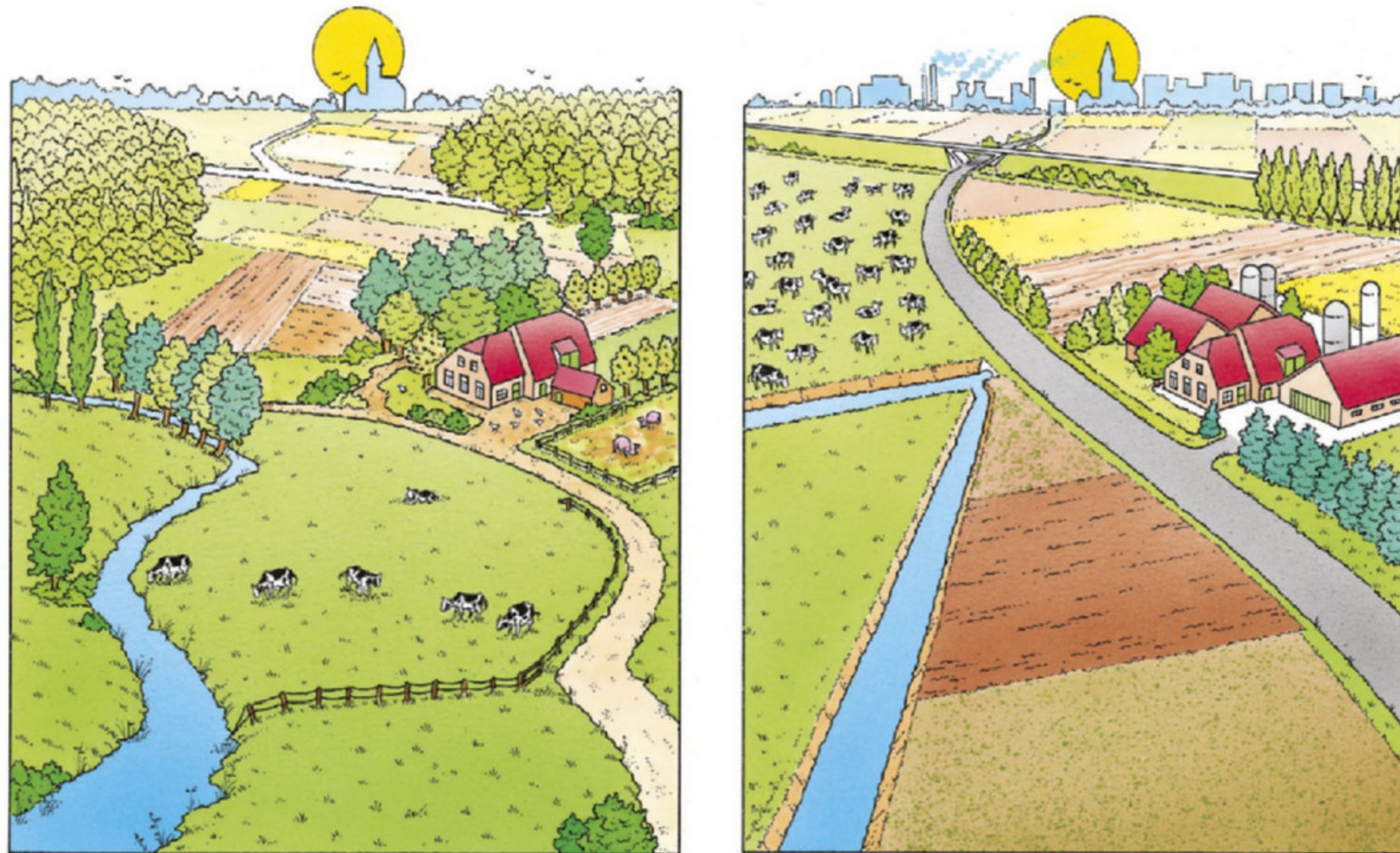
► **Afb. 48** Landbouw op een gemengd bedrijf.



AKKERBOUW

Akkerbouwbedrijven zijn vaak grote bedrijven met heel veel grond. Door ruilverkaveling zijn kleine akkers bij elkaar gevoegd tot grote akkers. Daardoor is het landschap sterk veranderd (zie afbeelding 49).

► **Afb. 49** Verandering van het landschap door ruilverkaveling.



1 landschap in 1950

2 landschap in 2014

▼ **Afb. 50** Monocultuur.



▼ **Afb. 51** Bij monoculturen kunnen grote machines gebruikt worden.



Meestal wordt op een grote akker maar één soort gewas verbouwd, bijvoorbeeld aardappelen, tarwe of suikerbieten. We noemen dat een **monocultuur** (zie afbeelding 50).

Monoculturen hebben voor akkerbouwers grote voordelen. Er kunnen grote machines worden gebruikt om de bodem te bewerken en om te oogsten (zie afbeelding 51). Dat gaat snel en gemakkelijk. Bij monoculturen kunnen de gewassen goedkoop worden verbouwd. Een akker brengt veel op.

Monoculturen hebben ook nadelen. Een monocultuur betekent veel voedsel voor insecten. Daardoor is er een grotere kans op insectenplagen. In een monocultuur staan de planten dicht op elkaar. Daardoor kunnen ziekteverwekkers zich gemakkelijk verspreiden onder planten.

Akkerbouwers bestrijden de insecten en de ziekteverwekkers vaak met **chemische gewasbeschermingsmiddelen** (gifstoffen). Veel chemische gewasbeschermingsmiddelen doden ook nuttige organismen, zoals regenwormen in de bodem.

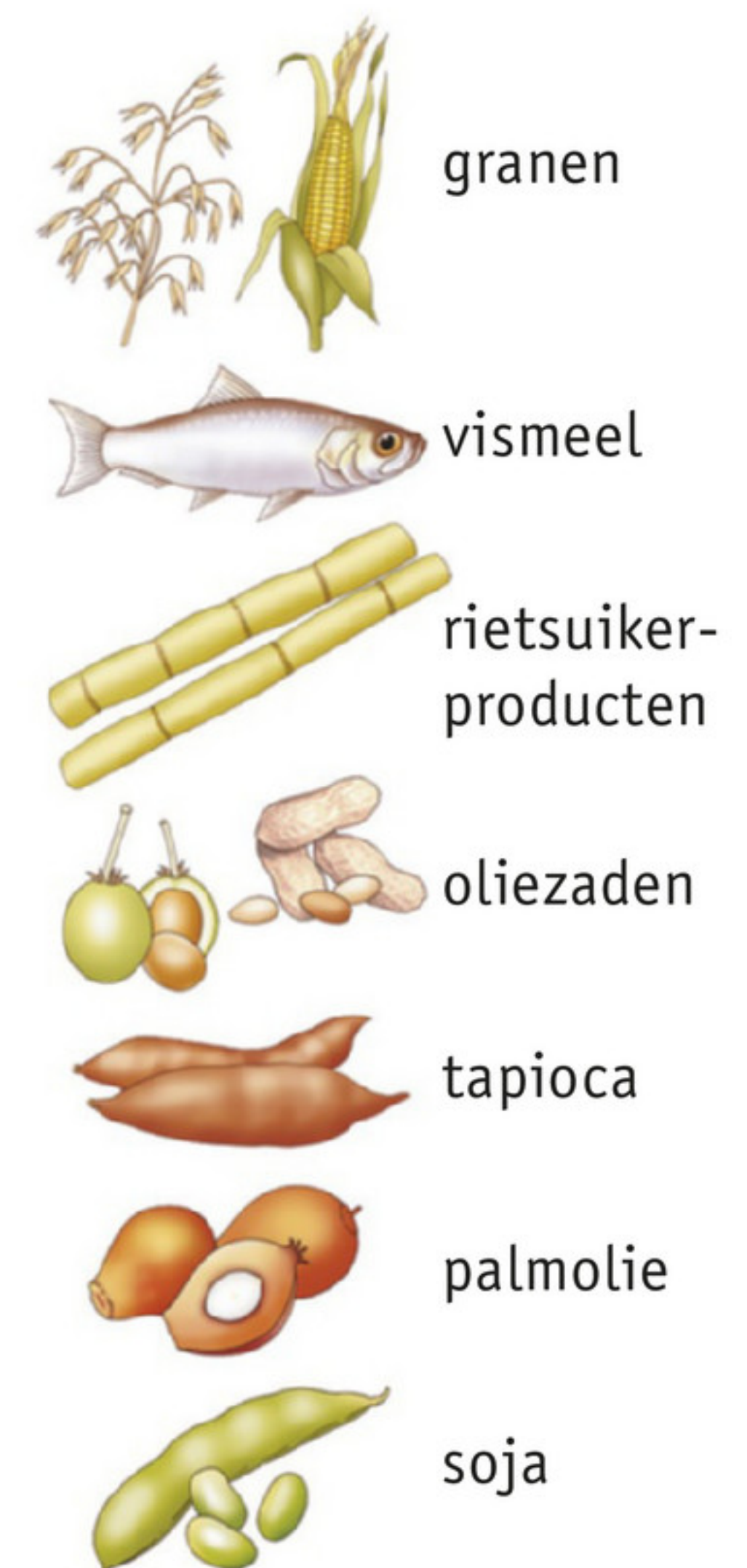
Langs veel akkers lopen sloten. De gewasbeschermingsmiddelen kunnen in het water van de sloten en in het grondwater terechtkomen. In Nederland wordt het drinkwater voor een belangrijk deel uit de grond opgepompt. Chemische gewasbeschermingsmiddelen bedreigen dus de kwaliteit van ons drinkwater.

Een ander nadeel van een monocultuur is dat de bodem snel uitgeput raakt. Er wordt dan mest gebruikt om de mineralen aan te vullen. Er bestaan twee soorten mest: organische mest en kunstmest. **Organische mest** is afkomstig van organismen. **Kunstmest** wordt kunstmatig gemaakt in laboratoria of fabrieken. Om beter te kunnen bepalen welke en hoeveel mineralen er in de bodem komen, gebruikt de boer vaak kunstmest om het land te bemesten. Een deel van de kunstmest komt terecht in het water van de sloten en in het grondwater. Daardoor wordt het water minder geschikt voor de drinkwatervoorziening.

VEETEELT

Veeteeltbedrijven in Nederland waren oorspronkelijk graasbedrijven. Graasbedrijven zijn bedrijven met koeien, schapen, geiten of paarden. Veel veehouderijen hebben tegenwoordig weinig grond, zoals veel varkenshouderijen en pluimveebedrijven. Deze manier van veeteelt heet **intensieve veehouderij** of **bio-industrie**. Omdat de bedrijven weinig grond hebben, verbouwen ze het veevoer niet zelf, maar kopen het bij veevoerbedrijven. De grondstoffen voor de productie van het veevoer komen voor 70% uit het buitenland (zie afbeelding 52).

▼ **Afb. 52** De invoer van grondstoffen voor veevoer in Nederland.



De bio-industrie heeft voor de veehouders voordelen. Dankzij krachtvoer kan een veehouder dieren in grote aantallen houden (zie afbeelding 53). Doordat hij heel veel dieren houdt, kan hij veel vlees, melk of eieren produceren. De bio-industrie heeft ook nadelen. Bij de bio-industrie ontstaat een **mestoverschot**, doordat er op het eigen bedrijf meer mest wordt gemaakt dan nodig is voor bemesting (zie afbeelding 54). Mest kan het grond-, oppervlakte- en drinkwater verontreinigen.

► **Afb. 53** Dieren in de bio-industrie.



1 varkens



2 kippen

▼ **Afb. 54** Mest en maatregelen tegen mestoverschot.

1 mestoverschot

Boeren gebruiken mest om hun akkers en weilanden te bemesten. Het gebruik van dierlijke mest is wettelijk beperkt, omdat te veel mest slecht is voor het milieu. De mest die overblijft, noemen we mestoverschot.



2 maatregelen tegen mestoverschot

via het voer

Dieren krijgen aangepast voer waardoor de mest minder fosfaat bevat.

via mestverwerking

De mest wordt verwerkt tot bijvoorbeeld kunstmest.

via uitvoer

De mest wordt verwerkt zodat deze geschikt is voor export.

Bron: Ministerie van Landbouw, 2013.

TUINBOUW

Vroeger verbouwden **tuinbouwbedrijven** de meeste gewassen buiten (zie afbeelding 55). We noemen dat **tuinbouw in de open grond**. Tegenwoordig worden veel tuinbouwgewassen in kassen verbouwd. We noemen dat **glastuinbouw** (zie afbeelding 56).

▼ **Afb. 55** Tuinbouw in de open grond.▼ **Afb. 56** Tuinbouw in kassen.

De glastuinbouw heeft voor tuinbouwers grote voordelen. In de kassen kunnen ze zorgen voor gunstige omstandigheden voor de groei van de planten. Daardoor kunnen ze in hun kassen veel voedsel produceren. Er is nog een voordeel van de glastuinbouw. Voedingsgewassen kunnen in kassen het hele jaar door worden verbouwd. Daardoor kun je veel groenten het hele jaar door kopen (zie afbeelding 57). Een tuinbouwer kan bijvoorbeeld sla oogsten in de winter.

► Afb. 57



Glastuinbouw heeft ook nadelen. In de zomer is er in de kassen voldoende licht en warmte om de planten goed te laten groeien. In de andere seizoenen zorgen felle lampen voor voldoende licht in de kassen (zie afbeelding 58). Deze lampen gebruiken veel elektriciteit. Door de verbranding van aardgas voor de verwarming van de kassen ontstaan afvalstoffen, waaronder koolstofdioxide. Koolstofdioxide versterkt het broeikaseffect. Door het gebruik van lampen en verwarming is voor het verbouwen van een kilogram kasgroente gemiddeld 10 x zo veel energie nodig als voor een kilogram groente van de open grond. In de kassen kunnen ziekteverwekkers zich gemakkelijk over de gewassen verspreiden. Voor de bestrijding van ziekteverwekkers wordt in de glastuinbouw vaak biologische gewasbescherming toegepast. Bij glastuinbouw worden minder chemische gewasbeschermingsmiddelen gebruikt dan bij tuinbouw in de volle grond. Over biologische gewasbescherming leer je meer in extra basisstof 7.

WB OPDRACHT 29 T/M 31 BLZ. 93

► Afb. 58 Verlichting in een kas.



VISSERIJ

Een deel van onze voedingsmiddelen komt van de visserij. Door de groei van de wereldbevolking en door steeds betere vangstmethoden is er sprake van overbevissing. **Overbevissing** betekent dat in een bepaald gebied te veel vis gevangen wordt. Hierdoor verdwijnt die vissoort uit dat gebied. Door overbevissing dreigen verschillende vissoorten uit te sterven, zoals haring, paling, kabeljauw en de meeste tonijnsoorten.

Een ander nadeel van de visserij is de bijvangst. **Bijvangst** is het onbedoeld vangen van vissen. Als een visser haring wil vangen, komen er ook allerlei andere vissen in zijn net. De bijvangst wordt vaak overboord gezet.

Naast de visvangst op zee wordt er steeds meer vis geteeld. **Visteelt** is het kweken van vis in speciale bakken of kooien. Een voordeel van visteelt is dat het goedkoper is dan de visserij. Ook kan het overbevissing voorkomen. In Nederland wordt ook vis geteeld, bijvoorbeeld meerval, paling, tilapia, tarbot en forel.

INSECTEN

Naast vlees en vis eten steeds meer mensen in Nederland insecten. Insecten vormen een goede bron van eiwitten en andere voedingsstoffen (zie afbeelding 59).

WB OPDRACHT 32 BLZ. 94

▼ Afb. 59

Insecten eten: duurzaam én lekker

Een bakje sprinkhanen levert veel gezonde voedingsstoffen. Bovendien is zo'n gerecht beter voor het milieu dan een biefstuk. In alle werelddelen, behalve in Europa en Noord-Amerika, eten mensen vaak insecten. Dat varieert van een zakje gefrituurde mieren tot soep met bijen.

Insecten leveren eiwitten, ijzer en vitamine A, B2 en D. Ze zijn daarin vergelijkbaar met vlees van varkens, kippen of runderen. Het vetpercentage is vaak lager en gunstiger van samenstelling. Dat betekent veel onverzadigd vet.

Insecten zijn ook duurzaam. Voor het kweken van insecten is veel minder landbouwgrond nodig en er komt minder koolstofdioxide bij vrij. Insecten hebben ook veel minder voer nodig. Voor een kilogram rundvlees is bijvoorbeeld 3 x zo veel voer nodig als voor een kilogram eetbare insecten. Er is dan ook minder mest.

Onderzoekers en insectenbedrijven ontwikkelen ook half-om-half producten. Kipgehakt vermengd met meelwormen voor snacks bijvoorbeeld. Zo worden de twijfelaars wellicht gemakkelijker over de streep getrokken.

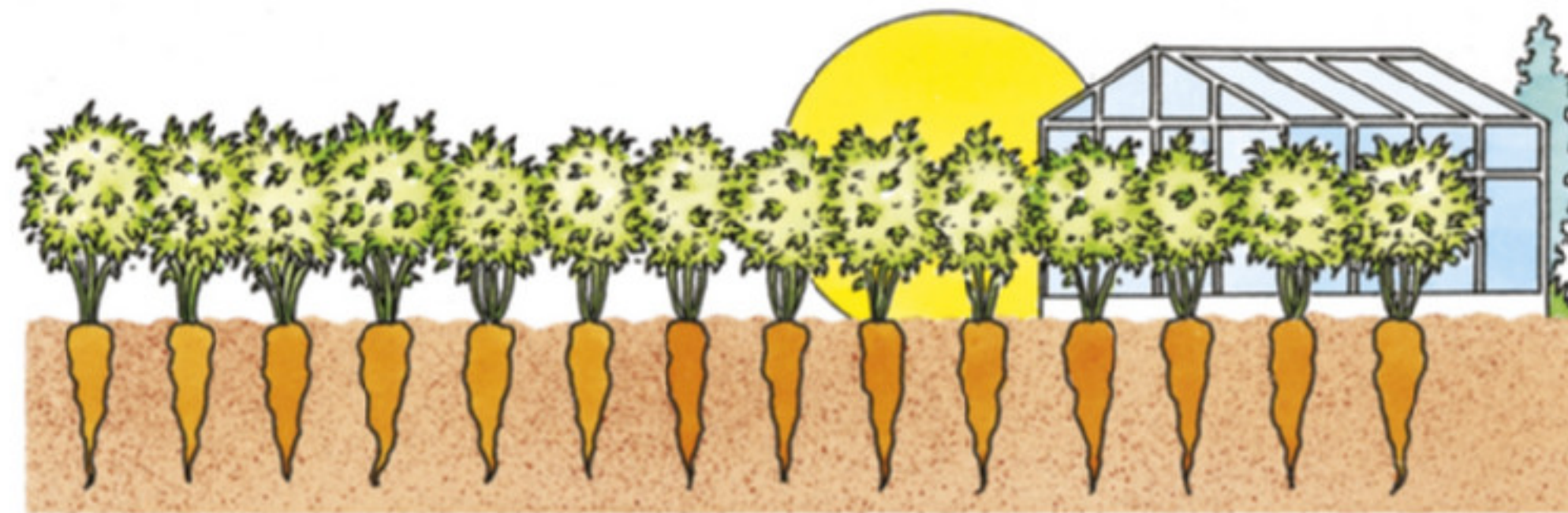


BIOLOGISCHE LANDBOUW

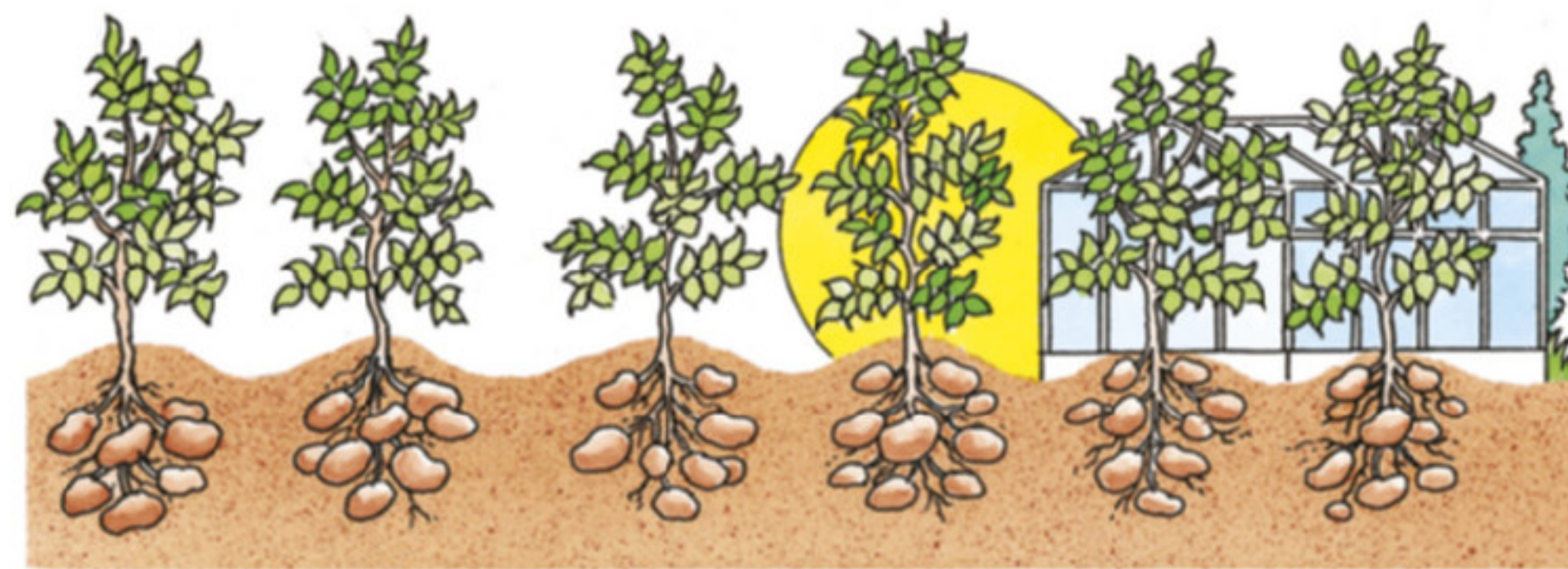
Door de gangbare (intensieve) landbouwmethoden is er in Nederland voldoende voedsel en is het voedsel betaalbaar. Je hebt geleerd dat de intensieve landbouw nadelen heeft voor het milieu en voor landbouwhuisdieren. Steeds meer mensen vinden dat de landbouw rekening moet houden met het milieu en met de dieren.

De **biologische landbouw** probeert het milieu te sparen en toch voldoende voedsel te produceren. Zo worden monoculturen vermeden en kleine stukken grond met elkaar afgewisseld. Daardoor is de kans op insectenplagen kleiner. Ook breiden ziekten van het gewas zich minder snel uit. Verder wordt **vruchtwisseling** toegepast. Op een bepaald stuk grond wordt nooit twee jaar achter elkaar hetzelfde gewas verbouwd. In afbeelding 60 zie je een voorbeeld van vruchtwisseling. Ziekteverwekkers maken meestal maar één soort gewas ziek en blijven na het oogsten nog één of twee jaar in de bodem aanwezig. Het gewas wordt geoogst voordat de ziekteverwekkers schadelijk worden. Het volgende jaar wordt een ander gewas op de akker verbouwd.

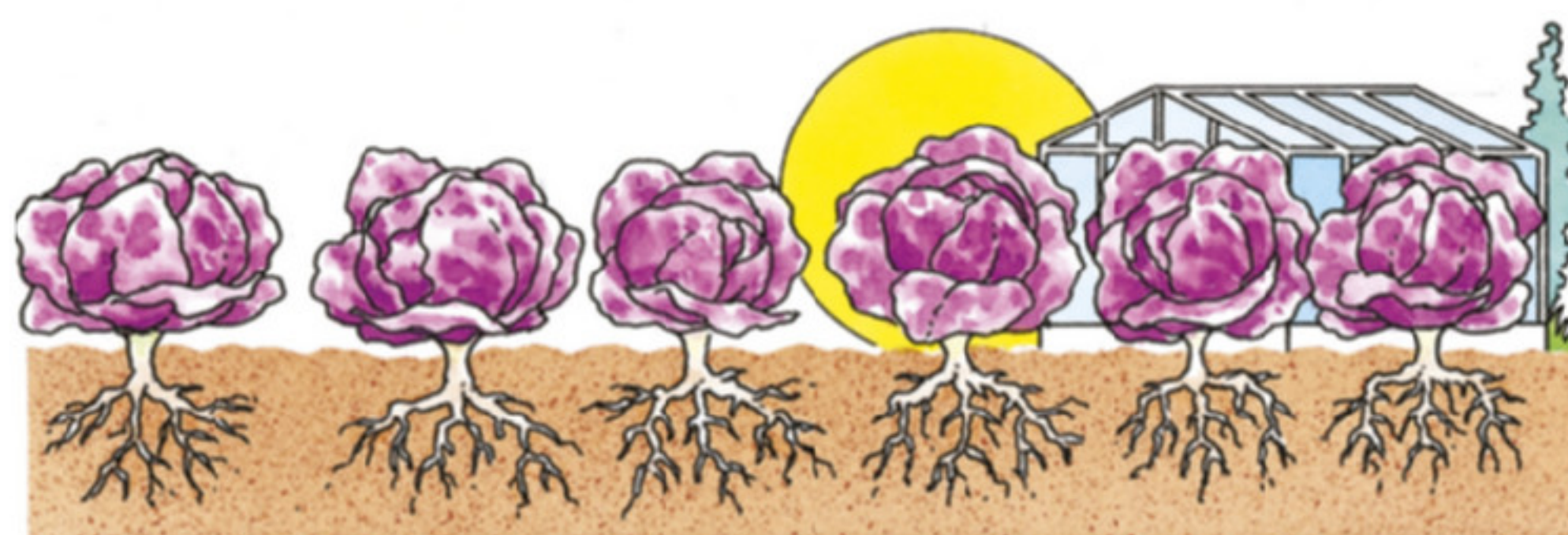
► **Afb. 60** Vruchtwisseling (schematisch).



1e jaar: peen



2e jaar: aardappelen



3e jaar: rodekool



4e jaar: peen

▼ **Afb. 61** Producten van de biologische landbouw.



Door vruchtwisseling zijn geen chemische bestrijdingsmiddelen tegen ziekteverwekkers nodig. Chemische bestrijdingsmiddelen worden in de biologische tuinbouw dan ook niet gebruikt. De groenten en het fruit uit de biologische landbouw noem je daarom **onbespoten**.

In de biologische veeteelt hebben de dieren de ruimte om te scharrelen (los te lopen). Meestal kunnen de dieren ook naar buiten.

Producten van de biologische landbouw zijn meestal iets duurder (zie afbeelding 61). Een biologisch ei is bijvoorbeeld een paar cent duurder dan een gewoon ei. Ook scharrelvlees en groenten en fruit van de biologische tuinbouw zijn iets duurder. Toch kiezen veel mensen voor producten van de biologische landbouw. Ze willen daar graag iets meer voor betalen.

In de folder van afbeelding 62 staan de belangrijkste kenmerken van de biologische landbouw.

WB OPDRACHT 33 T/M 35 BLZ. 96

▼ **Afb. 62**

BIOLOGISCHE LANDBOUW

Biologische landbouwmethoden:

- ontzien het milieu zo veel mogelijk;
- leveren gezonde (en smakelijke) producten;
- zijn diervriendelijk.

Biologische akker- en tuinbouw:

- maakt geen gebruik van kunstmest;
- gebruikt alleen mest van biologische veeteelt;
- bemest niet meer dan planten kunnen opnemen;
- past geen monoculturen toe;
- gebruikt geen chemische gewasbeschermingsmiddelen.

Voedingsgewassen beschermen tegen ziekten en plagen door:

- vruchtwisseling toe te passen (meestal een zesjarig vruchtwisselingschema);

- verschillende soorten voedingsgewassen te verbouwen op kleine stukken grond;
- insectenplagen te bestrijden met natuurlijke vijanden.

Biologische veeteelt:

- geeft dieren volop de ruimte om los te lopen (te scharrelen);
- geeft dieren biologisch geteeld veevoer;
- houdt rekening met het welzijn van de dieren;
- gebruikt diergeneesmiddelen pas als een dier ziek is.

Biologische producten:

- bevatten geen resten van chemische gewasbeschermingsmiddelen;
- bevatten geen chemische geur-, kleur- en smaakstoffen;
- zijn te herkennen aan het Europees biologisch keurmerk.



▼ Afb. 63

Biologisch-dynamisch veehouder

‘Hallo, mijn naam is Michel. Ik ben eigenaar van een biologisch-dynamische veehouderij. Het vee wordt zoveel mogelijk gevoerd met gras en bijvoer van eigen land. Ik besteed veel aandacht aan de bodem. In de biologisch-dynamische landbouw gaan we ervan uit dat een gezonde bodem ook gezonde planten voortbrengt. Je hebt dan veel minder last van plantenziekten. Ik gebruik geen chemische gewasbeschermingsmiddelen en kunstmest. Wel worden in de biologisch-dynamische landbouw preparaten gebruikt. Een preparaat is een vloeibaar mengsel van delen van planten en dieren dat over de gewassen gespoten of aan de mest toegevoegd kan worden.

Op mijn bedrijf moet hard gewerkt worden. De grond bewerken, koeien melken, de administratie bijhouden en machines en gebouwen onderhouden. Als biologisch-dynamisch veehouder moet je dus wel het een en ander kunnen. Het is niet gemakkelijk om ervan te leven, maar er is zeker toekomst voor de biologische boeren. Je moet in ieder geval bedrijfskundig inzicht hebben, veel lichamelijk werk kunnen verzetten en organisatietalent en commerciële capaciteiten hebben. Maar ik doe dit vooral omdat ik volledig achter deze manier van boeren sta.’

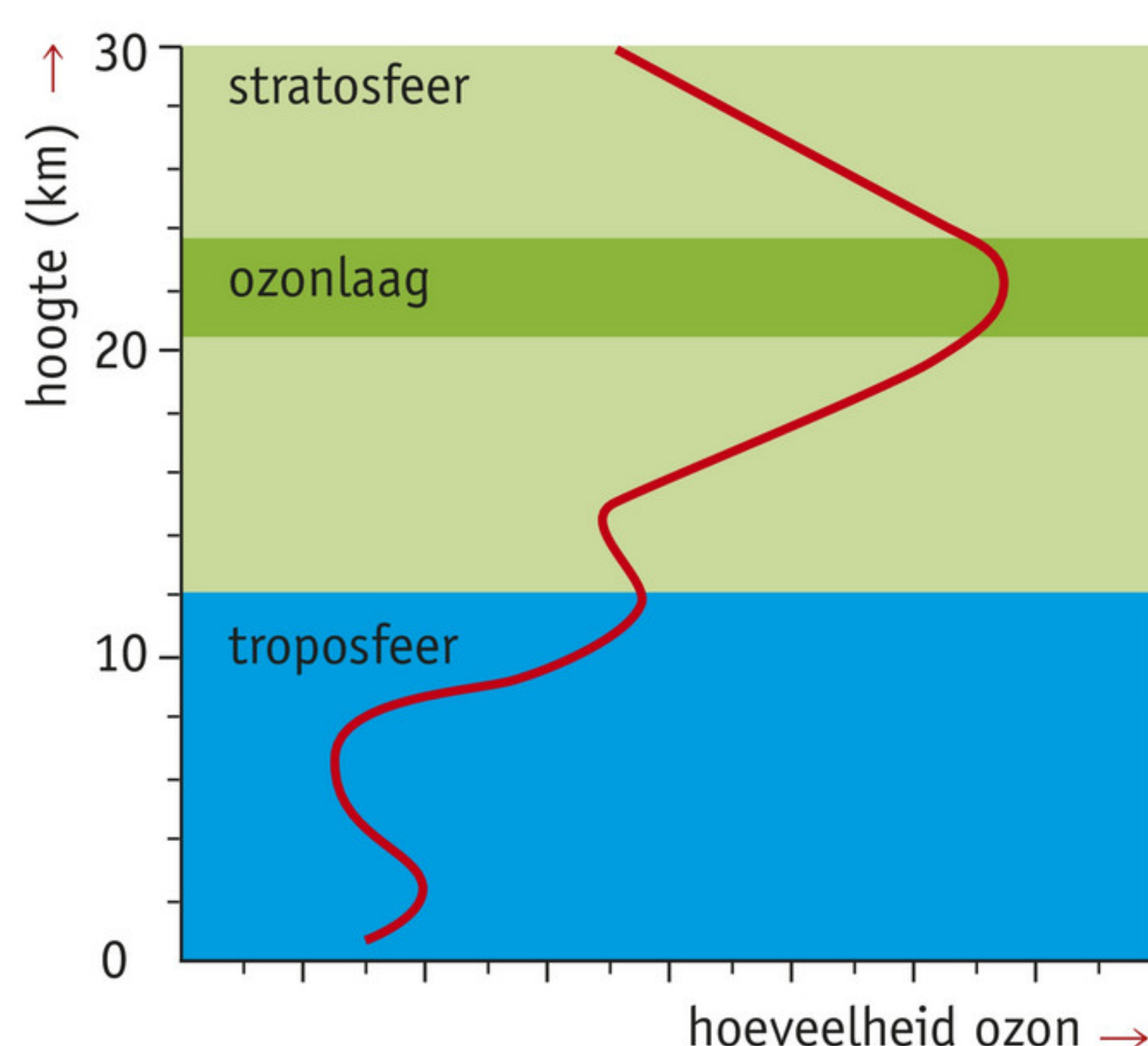


6 Schone lucht

De dampkring bestaat uit verschillende lagen. De laag tot twaalf kilometer hoogte is de **troposfeer** en de laag tussen twaalf en vijftig kilometer hoogte is de **stratosfeer**. In beide lagen komt **ozon** voor (zie afbeelding 64).

Ozon is een gas dat uit zuurstof kan ontstaan door de ultraviolette straling van de zon. Dit gebeurt vooral in een bepaalde laag in de stratosfeer. Deze laag wordt **ozonlaag** genoemd. De ozonlaag houdt een groot deel van de **ultraviolette straling** van het zonlicht tegen. Daardoor worden de organismen op aarde hiertegen beschermd. Veel ultraviolette straling is schadelijk voor organismen. Bij mensen kan ultraviolette straling onder andere huidkanker veroorzaken.

► **Afb. 64** Ozon in de troposfeer en de stratosfeer.



▼ **Afb. 65** Het koelelement van een koelkast.



Door het gebruik van stoffen die de ozonlaag afbreken, zoals cfk's, is de ozonlaag in de periode 1980–2010 dunner geworden. **Cfk** is de afkorting voor chloorfluorkoolwaterstoffen. Deze stoffen werden onder andere gebruikt als drijfgas in spuitbussen en als koelmiddel in koel- en vrieskasten (zie afbeelding 65).

In de periode dat de ozonlaag dunner werd, nam het aantal gevallen van huidkanker met ongeveer 10% toe. Boven de Zuidpool was de ozonlaag zo dun, dat werd gesproken van **het gat in de ozonlaag**. Doordat het gebruik van ozonlaag-afbrekende stoffen wereldwijd sterk is gedaald, is de dikte van de ozonlaag sindsdien gelijk gebleven of zelfs weer iets toegenomen.

SMOG

Smog is een soort mist die sterk vervuild is door rook en uitlaatgassen. Het woord smog is een samentrekking van de Engelse woorden voor rook (*smoke*) en mist (*fog*). Bijna alle grote steden kennen perioden met smog. Vooral mensen met longaandoeningen zoals astma en COPD hebben veel last van smog (zie afbeelding 66). Dichte smog kan dodelijk zijn (zie afbeelding 67). Er zijn twee soorten smog: zomersmog en wintersmog. Zomersmog is een mist van ozon, fijnstof en uitlaatgassen. Deze smog is te herkennen aan een bruine kleur. Wintersmog bestaat voornamelijk uit fijnstof en gassen die ontstaan bij de verbranding van steenkool en olie. Wintersmog is grijs van kleur.

▼ Afb. 66

Smog zorgt voor scheiding

Meneer Wang, een Chinees uit Peking, wil van zijn vrouw scheiden. De vrouw en hun zoontje vluchtten vanwege de smog naar een schonere omgeving. De man, die achterbleef in Peking, geeft nu de smog de schuld van de aankomende scheiding.

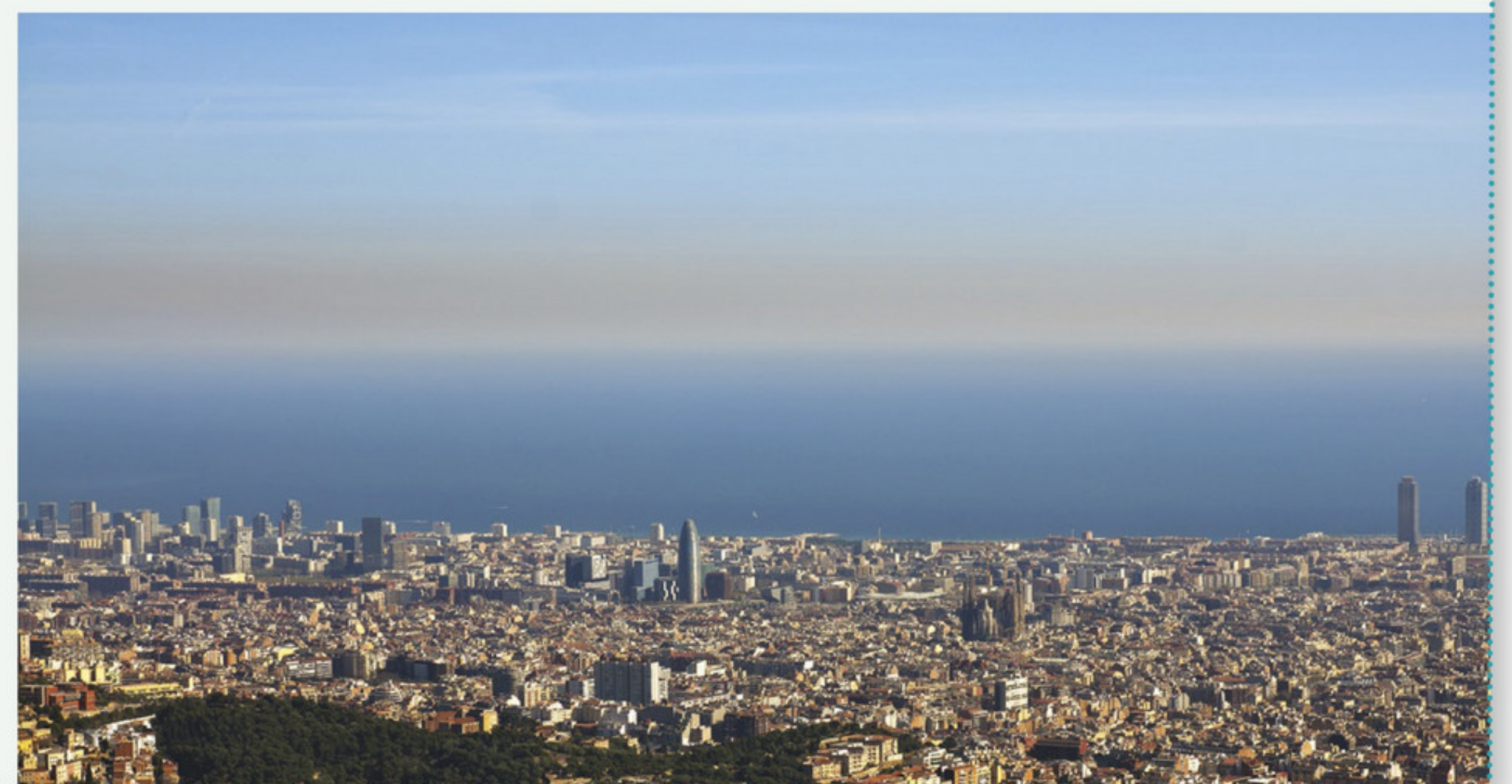
Meneer Wang is sinds 2008 getrouwd en in 2010 werd hun zoon geboren. Hun zoon kreeg ernstige gezondheidsproblemen als gevolg van het leven in de Chinese hoofdstad. Daarom besloot de vrouw om met haar zoon naar een gezondere omgeving te vertrekken. De vrouw vond de nieuwe omgeving niet leuk en ook vond ze het niet leuk om apart van haar man te leven. Elke keer als ze weer bij elkaar waren, maakten ze hierover ruzie. Uiteindelijk maakten ze zo vaak ruzie dat de man besloot om te scheiden van zijn vrouw. 'Smog verwoestte de gezondheid van mijn zoontje en het verwoestte mijn huwelijk', aldus meneer Wang.



▼ Afb. 67

Smog eist duizenden levens in Spaanse steden

De luchtvervuiling in de Spaanse steden wordt steeds erger. In bijna alle grote steden in Spanje is de hoeveelheid luchtvervuiling hoger dan volgens de Spaanse wet is toegestaan. Dit komt vooral door het verkeer. Luchtvervuiling vormt een serieus probleem voor de volksgezondheid. Meer mensen hebben last van allergieën, luchtwegproblemen en hart- en vaatziekten. Alleen al in Barcelona kost de luchtvervuiling ieder jaar aan vijfendertighonderd mensen het leven.



ZOMERSMOG

Veel steden hebben in de zomer last van **zomersmog**. Zomersmog ontstaat doordat de verbrandingsproducten van fossiele brandstoffen bij warm weer onder invloed van zonlicht met elkaar reageren. De ozon die daarbij ontstaat, veroorzaakt bij veel mensen irritatie van de slijmvliezen van de luchtwegen. Een deel van de ozon uit zomersmog verzamelt zich in de bovenste laag van de troposfeer en ziet er bruin uit. Daar werkt de ozon als broeikasgas en versterkt zo het broeikaseffect. Vooral op het noordelijk halfrond (het gebied ten noorden van de evenaar) vindt door ozon extra temperatuurstijging plaats.

FIJNSTOF

Fijnstof bestaat uit in de lucht zwevende deeltjes van verschillende oorsprong. Ongeveer de helft van het fijnstof heeft een natuurlijke oorsprong, bijvoorbeeld zand en zeezout. De andere helft komt in de lucht door de activiteit van mensen. De uitstoot die de mens veroorzaakt, is grotendeels afkomstig van het verkeer en de industrie. Het gaat dan onder andere om stofresten van remschijven, rubberdeeltjes van banden en uitlaatgassen (zie afbeelding 68). Ook houtkachels in woningen, barbecues en het massaal afsteken van vuurwerk tijdens de jaarwisseling veroorzaken fijnstof. Vooral fijnstof dat door de mens wordt geproduceerd is schadelijk voor de gezondheid. In Nederland en België sterven jaarlijks enkele duizenden mensen vroegtijdig door blootstelling aan fijnstof.

► **Afb. 68** Uitlaatgassen van auto's veroorzaken fijnstof.



▼ **Afb. 69** Een door verzuring aangetast bos.



VERZURING

Bij de verbranding van fossiele brandstoffen ontstaan ook gassen die verzuring van het milieu kunnen veroorzaken. Door **verzuring** kunnen planten ziek worden en hun bladeren of naalden verliezen (zie afbeelding 69).

MAATREGELEN OM DE LUCHT SCHOON TE HOUDEN

In de jaren negentig van de vorige eeuw heeft de overheid maatregelen genomen om in het verkeer, de industrie en de veeteelt de uitstoot van vervuilende stoffen te verminderen. In de uitlaat van auto's kwamen bijvoorbeeld katalysatoren die verzurende gassen onschadelijk maakten. In dieselauto's kwamen roetfilters die de hoeveelheid fijnstof verminderden. Daarnaast zorgden schonere brandstof en snelheidsbeperkingen voor minder luchtvervuiling.

In de industrie werden filters geplaatst in schoorstenen. In de pluimveehouderij wordt fijnstof onder andere uit de lucht gehaald door luchtwassers. Hierbij wordt uitgaande lucht die fijnstof bevat gezuiverd met water. Als gevolg van deze maatregelen is de hoeveelheid fijnstof met 25% afgenomen.

WB OPDRACHT 36 T/M 38 BLZ. 98

7 Bescherming tegen ziekten en plagen

▼ **Afb. 70** Vraat door insecten.



Bacteriën en schimmels kunnen voedingsgewassen ziek maken. Insecten en andere dieren eten delen van voedingsgewassen (zie afbeelding 70). Als veel dieren de voedingsgewassen aantasten, heet dit een **plaag**. Door ziekten en plagen wordt de opbrengst van voedingsgewassen lager. In de landbouw worden voedingsgewassen beschermd tegen ziekten met chemische gewasbeschermingsmiddelen of op een biologische manier.

CHEMISCHE GEWASBESCHERMING

Er zijn veel chemische gewasbeschermingsmiddelen om plantenziekten en plagen te bestrijden. De meeste worden in de landbouw gebruikt, maar er zijn ook chemische gewasbeschermingsmiddelen voor in de tuin (zie afbeelding 71). Een chemisch gewasbeschermingsmiddel wordt ook wel **pesticide** of **biocide** genoemd.

Chemische gewasbeschermingsmiddelen hebben als voordeel dat ze een snel effect hebben. Ziekten en plagen kunnen met deze middelen meestal goed worden bestreden. Chemische gewasbeschermingsmiddelen hebben ook veel nadelen. Ze doden ook onschadelijke en zelfs nuttige soorten. Deze middelen zijn **niet-selectief** (zie afbeelding 72). Er zijn ook middelen die alleen de schadelijke soort doden. Deze middelen noem je **selectief**. Het is ingewikkeld en dus ook duur om selectieve gewasbeschermingsmiddelen te ontwikkelen. Gewasbeschermingsmiddelen kunnen ook het oppervlaktewater verontreinigen.

► **Afb. 71** Chemische gewasbeschermingsmiddelen.

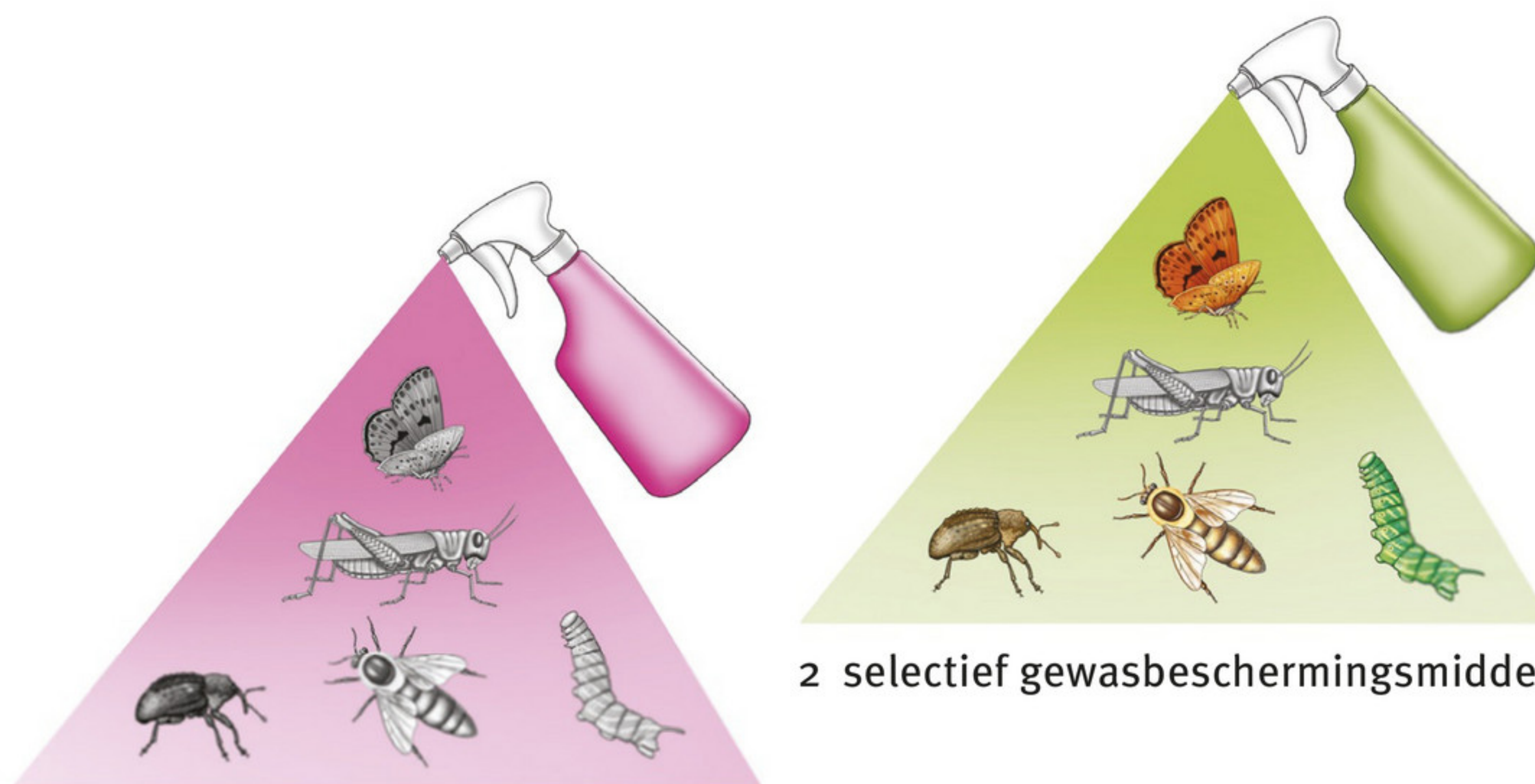


1 voor gebruik in de landbouw



2 voor gebruik in en rond het huis

► **Afb. 72**



1 niet-selectief gewasbeschermingsmiddel

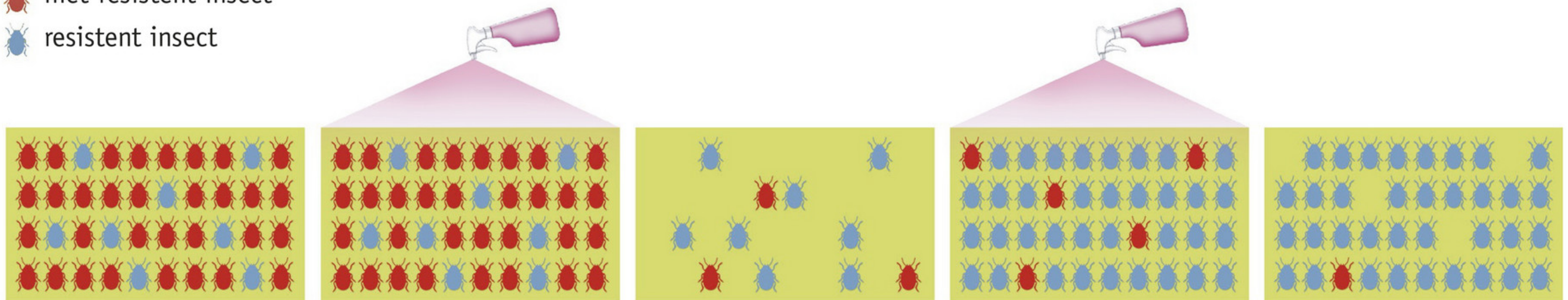
2 selectief gewasbeschermingsmiddel

Een ander nadeel is dat bij de soort die wordt bestreden vaak al snel **resistentie** optreedt tegen het gewasbeschermingsmiddel. In thema 5 Erfelijkheid en evolutie heb je geleerd dat bij geslachtelijke voortplanting verschillende genotypen ontstaan. Bij een soort die wordt bestreden, blijken vaak organismen voor te komen met een genotype waardoor ze ongevoelig of minder gevoelig zijn voor het gebruikte gewasbeschermingsmiddel. We noemen deze organismen **resistent**. Vooral deze resistente organismen overleven en planten zich voort (zie afbeelding 73). Hierdoor kan na een aantal generaties de hele soort resistent zijn voor het gebruikte gewasbeschermingsmiddel. Er treedt dan een nieuwe plaag op. Om deze plaag te bestrijden moet dan een grotere hoeveelheid of een ander gewasbeschermingsmiddel worden gebruikt.

▼ **Afb. 73** Zo ontstaat resistentie tegen een chemisch gewasbeschermingsmiddel.

Legenda:

-  niet-resistent insect
 resistent insect



1 op een akker treedt een plaag op

2 de planten worden behandeld met een chemisch gewasbeschermingsmiddel

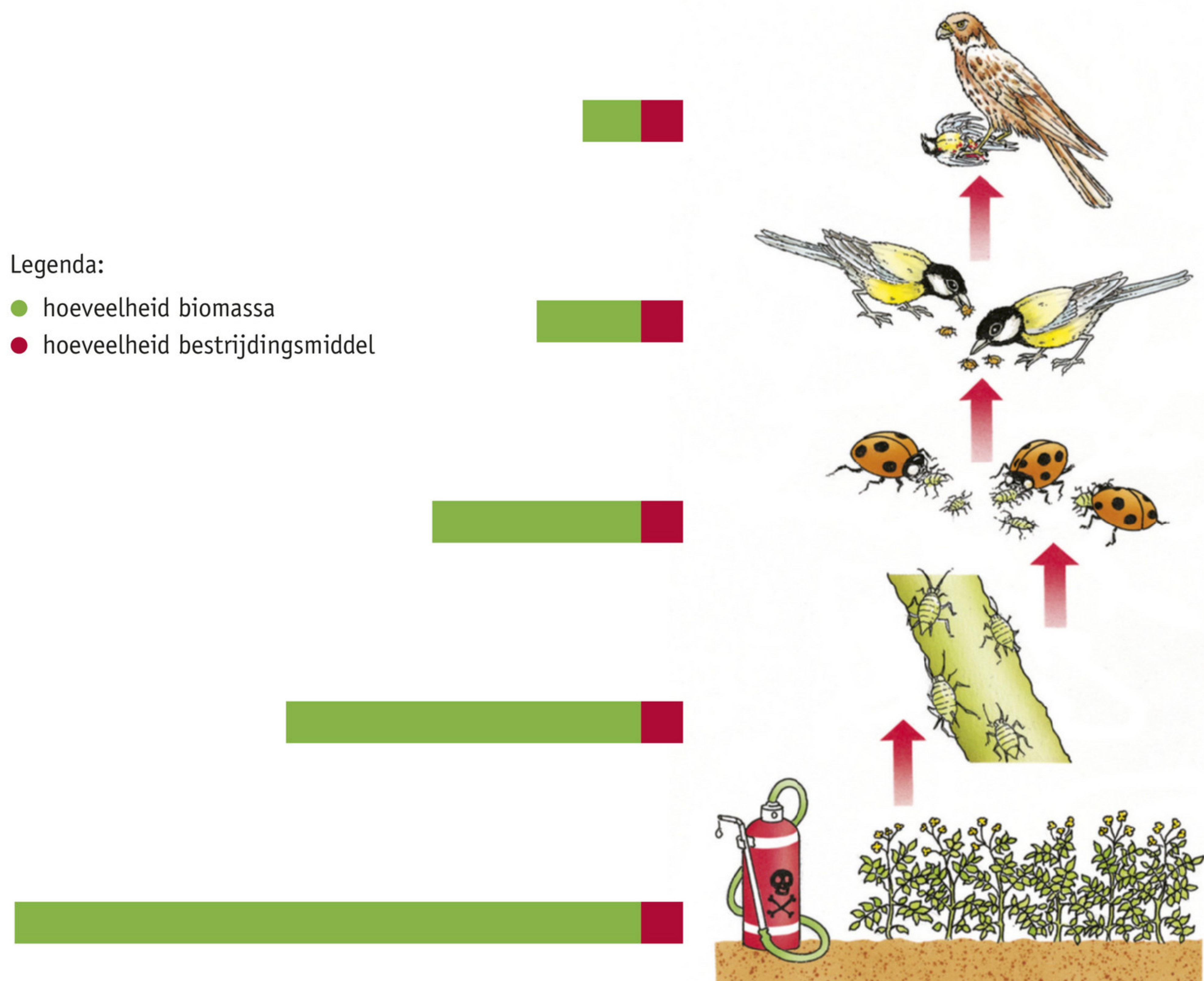
3 resistente organismen overleven

4 de resistente organismen krijgen veel resistente nakomelingen

5 steeds meer organismen in de populatie zijn resistent; het gewasbeschermingsmiddel werkt niet meer

Een derde nadeel is dat een deel van de chemische gewasbeschermingsmiddelen niet of zeer langzaam biologisch wordt afgebroken. Bij dieren worden de gewasbeschermingsmiddelen opgeslagen in vetweefsel en doorgegeven aan de volgende schakel in de voedselketen. Ook daar worden de gewasbeschermingsmiddelen opgeslagen in vetweefsel. Via voedselketens hopen de gewasbeschermingsmiddelen zich op in dieren die aan het eind van een voedselketen staan (zie afbeelding 74). We noemen dat opeenhoping of **accumulatie**.

In thema 6 Ecologie heb je geleerd dat de hoeveelheid biomassa (de totale hoeveelheid energierijke stoffen) in een voedselketen afneemt. Dezelfde hoeveelheid gewasbeschermingsmiddelen komt daardoor in een steeds kleinere hoeveelheid biomassa terecht (zie afbeelding 74). Daardoor wordt het effect van de gewasbeschermingsmiddelen steeds groter. Dieren die aan het eind van de voedselketens staan, hebben dan ook een grotere kans om dood te gaan aan gewasbeschermingsmiddelen.

▼ **Afb. 74** Accumulatie van een chemisch gewasbeschermingsmiddel in een voedselketen (schematisch).

BIOLOGISCHE GEWASBESCHERMING

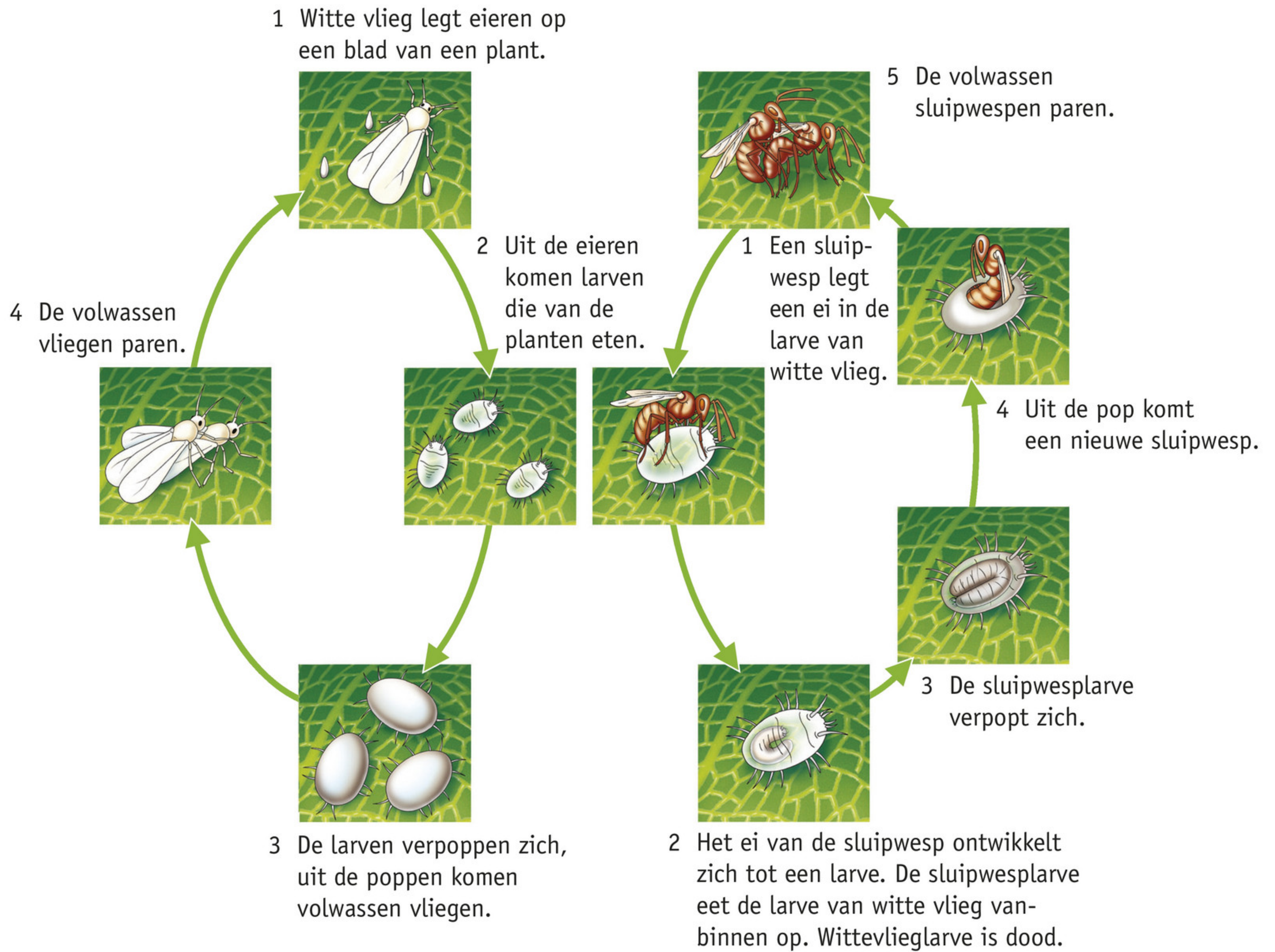
Sommige soorten insecten kunnen worden bestreden met dieren die in de natuur een vijand zijn van deze insecten. We noemen deze dieren **natuurlijke vijanden**. Het gebruiken van natuurlijke vijanden wordt ook wel **biologische gewasbescherming** genoemd. Een voorbeeld van deze aanpak is de bestrijding van witte vlieg met sluipwespen.

Witte vlieg kan grote schade aanrichten bij de teelt van onder andere tomaten en komkommers, doordat ze sappen uit de planten opzuigen (zie afbeelding 75). Om witte vlieg te bestrijden, kan een tuinder sluipwespen in de kassen loslaten (zie afbeelding 76).

▼ **Afb. 75** Witte vlieg.▼ **Afb. 76** Sluipwesp.

In afbeelding 77 zie je dat witte vlieg wordt bestreden met sluipwespen. Speciale bedrijven leveren de tuinders de sluipwespen. Vaak worden in plaats van volwassen dieren eieren of poppen in de kas gebracht (zie afbeelding 78).

▼ **Afb. 77** Biologische bestrijding van witte vlieg met sluipwespen.



► **Afb. 78** Een kaartje met sluipwespen in een kas.



Ook worden geluiden of geurstoffen ingezet om plaagdieren te lokken. De gelokte dieren worden gedood of onvruchtbaar gemaakt. Zij kunnen zich niet meer voortplanten en daardoor geen verdere schade aanrichten.

Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet enkele voorbeelden kunnen noemen van manieren waarop de mens afhankelijk is van het milieu.

- Het milieu levert voedsel.
- Het milieu levert zuurstof.
- Het milieu levert water.
- Het milieu levert energie.
- Het milieu levert grondstoffen.
- Het milieu geeft plaats voor recreatie.

DOELSTELLING 2

Je moet kunnen aangeven hoe de mens het milieu kan veranderen. Ook moet je de voornaamste oorzaken en gevolgen van de milieuproblemen kunnen noemen. Je moet kunnen aangeven wat herintroductie is.

- De mens kan het milieu veranderen door:
 - stoffen aan het milieu te onttrekken (uitputting);
 - stoffen aan het milieu toe te voegen (vervuiling).
- Oorzaken van de milieuproblemen.
 - De enorme bevolkingstoename.
 - De veranderde manier van leven.
- Gevolgen van de milieuproblemen.
 - Uitputting, doordat de mens stoffen aan het milieu onttrekt.
 - Vervuiling, doordat de mens stoffen aan het milieu toevoegt.
 - Afname natuur doordat er steeds meer landbouwgrond komt.
 - Afname van de biodiversiteit (de variatie aan soorten in de natuur).
- Herintroductie.
 - Het terugbrengen van een dier- of plantensoort in een land.

DOELSTELLING 3

Je moet de belangrijkste energiebronnen kunnen noemen met hun voordelen en nadelen.

- Fossiele brandstoffen zijn miljoenen jaren geleden ontstaan uit resten van dode planten en dieren.
 - De energie in fossiele brandstoffen komt van de zon.
 - Bij de verbranding van fossiele brandstoffen komt energie vrij.
 - Aardgas, aardolie en steenkool zijn fossiele brandstoffen.
- Voordelen van fossiele brandstoffen.
 - Het winnen is goedkoop.
 - Ze zijn gemakkelijk te verbruiken en te vervoeren.

- Nadelen van fossiele brandstoffen.
 - Bij de verbranding ontstaan koolstofdioxide en andere afvalstoffen.
 - Koolstofdioxide is een oorzaak van de opwarming van de aarde.
 - Fossiele brandstoffen raken op den duur op.
- Kernenergie komt vrij bij het splitsen van atomen.
 - Kernenergie wordt gebruikt om elektriciteit op te wekken.
- Voordelen van kernenergie.
 - Er kan veel elektriciteit mee worden opgewekt.
 - Er ontstaat geen luchtverontreiniging.
 - Er ontstaat geen koolstofdioxide.
- Nadelen van kernenergie.
 - Er ontstaat radioactief afval.
 - Bij een ongeluk kan veel radioactieve straling vrijkomen.
- Duurzame energie: biomassa, biobrandstoffen (bijvoorbeeld alcohol en biodiesel), windenergie, zonne-energie, waterkracht.
- Voordelen van duurzame energie.
 - De energiebronnen raken niet op.
 - De energiebronnen veroorzaken weinig milieuvervuiling.
 - Er komt geen extra koolstofdioxide in de lucht.
- Nadelen van duurzame energie.
 - Voor sommige biobrandstoffen is veel landbouwgrond nodig.
 - Er is niet altijd evenveel zon en wind.
 - Sommige mensen vinden windmolens horizonvervuiling.
 - Door de aanleg van een waterkrachtcentrale (met een stuwmeer) verandert het milieu sterk.

DOELSTELLING 4

Je moet kunnen beschrijven wat het broeikaseffect is en hoe het broeikaseffect wordt versterkt.

- Broeikaseffect: een deel van de warmte-uitstraling van de aarde wordt tegengehouden door gasen in de dampkring (atmosfeer).
 - Zonder dit broeikaseffect zou de temperatuur op aarde ruim 30 °C lager zijn.
 - De belangrijkste broeikasgassen zijn koolstofdioxide en waterdamp.
- Versterkt broeikaseffect: doordat er meer broeikasgassen aan de dampkring worden afgegeven, wordt het broeikaseffect groter.
 - Door toenemend energieverbruik worden steeds meer steenkool, aardolie, benzine en aardgas verbrand. Daardoor komt er steeds meer koolstofdioxide in de lucht.

DOELSTELLING 5

Je moet de oorzaak en de gevolgen van de klimaatverandering kunnen noemen.

- Klimaatverandering: verandering van het weertype gedurende een periode van meerdere jaren.
- Oorzaak van de klimaatverandering: het versterkte broeikaseffect, waardoor de temperatuur op aarde stijgt.
- Gevolgen van de klimaatverandering.
 - Stijging van de zeespiegel.
 - Door droogte zullen woestijnen groter worden.
 - In sommige gebieden wordt landbouw onmogelijk, terwijl andere gebieden juist geschikt worden voor de landbouw.
 - Bepaalde planten en dieren verdwijnen, terwijl andere soorten juist verschijnen.
 - Ontregeling van het jaarritme van soorten.
 - Sommige ziekten komen vaker voor.

DOELSTELLING 6

Je moet biologisch afbreekbaar en niet-biologisch afbreekbaar afval kunnen onderscheiden.

- Biologisch afbreekbaar afval: afval dat door reducenten (bacteriën en schimmels) kan worden afgebroken.
 - Afvalresten van planten, dieren of mensen.
 - Afval van producten gemaakt van delen van planten of dieren.
 - Voorbeelden: bladeren, uitwerpselen, fruitschillen, broodkorsten, papier.
- Niet-biologisch afbreekbaar afval: afval dat niet door reducenten kan worden afgebroken.
 - Afval van producten gemaakt van glas, metaal, steen of kunststoffen (bijvoorbeeld plastic, nylon of piepschuim).
 - Alleen de mens zorgt voor niet-biologisch afbreekbaar afval.
 - Voorbeelden: wijnflessen, batterijen, steenpuin, shampooflessen.

DOELSTELLING 7

Je moet manieren van gescheiden afvalinzameling en van afvalverwerking kunnen noemen.

- Gescheiden inzameling van afval maakt milieuvriendelijke verwerking mogelijk.
 - Groente-, fruit- en tuinafval in een gft-container.
 - Papier en karton in speciale afvalcontainers/ papierbakken of bij verenigingen die het ophalen.
 - Glas, blik, plastic, kunststof flessen en textiel in speciale bakken of containers.

- Klein chemisch afval (kca) bij de milieustraat of bij bedrijven.
- Gescheiden afval kan worden verbrand, gestort of gebruikt voor nuttige toepassingen.
 - Vormen van verwerking voor nuttige toepassingen zijn recyclen, hergebruik en composteren.
- Recycling: afvalproducten gebruiken als grondstoffen voor nieuwe producten (glas, papier, blik, plastic en andere kunststoffen).
 - Milieuvriendelijk door besparing van grondstoffen.
- Composteren: reducenten breken gft-afval af tot compost.
 - Compost wordt gebruikt als mest voor de tuin.
 - Milieuvriendelijk doordat voedingsstoffen uit gft-afval weer bij planten terechtkomen.
- Afvalverwerking door verbranden in verbrandingsovens.
 - Voordelen: kost weinig ruimte en er kan elektriciteit mee worden opgewekt.
- Afvalverwerking door storten op een vuilnisbelt.
 - Voordelen: gemakkelijk en goedkoop.
 - Nadelen: veroorzaakt stank en trekt ongedierte aan.

DOELSTELLING 8

Je moet de landbouw in Nederland kunnen beschrijven.

- Landbouw: de activiteiten waarbij het natuurlijke milieu wordt aangepast voor de productie van planten en dieren voor menselijk gebruik.
 - Drie soorten landbouw: akkerbouw, veeteelt, tuinbouw.
 - Gemengde of combinatiebedrijven: bedrijven met zowel akkerbouw als veeteelt.
 - Voedingsgewassen: planten die in de landbouw en tuinbouw worden verbouwd.
 - Landbouwhuisdieren: dieren die in de veeteelt worden gehouden.
 - Graasbedrijf: bedrijf met koeien, schapen, geiten of paarden.
- Kenmerken van de akkerbouw.
 - Grote bedrijven met veel grond.
 - De voedingsgewassen worden verbouwd in monoculturen.
- Monocultuur: een grote akker waarop maar één soort gewas wordt verbouwd.
 - Voordelen: er kunnen grote machines worden gebruikt om de bodem te bewerken en te oogsten. Hierdoor kunnen de gewassen goedkoop worden verbouwd.

- Nadelen: er is veel kans op insectenplagen en op ziekten van de gewassen, en de bodem raakt snel uitgeput.
- Chemische gewasbeschermingsmiddelen (biociden of pesticiden) zijn giftige stoffen die organismen doden.
 - Ze doden vaak ook nuttige organismen (niet-selectief).
 - Het gevaar bestaat dat gewasbeschermingsmiddelen in ons drinkwater terechtkomen.
 - Er kan resistentie ontstaan: organismen gaan niet meer dood door het middel.
 - Er vindt accumulatie plaats: hoe hoger een organisme in de voedselketen staat, hoe meer gif het bevat.
- Intensieve veehouderij (bio-industrie): bedrijven met veel dieren en weinig grond.
 - De bedrijven leveren veel op (vlees, melk of eieren).
- Nadelen van de bio-industrie.
 - Veevoer wordt niet zelf verbouwd, maar gekocht (vaak in het buitenland).
 - De dieren hebben vaak geen prettig leven.
 - Er is meestal een mestoverschot.
 - Gassen uit mest zorgen voor verzuring van het milieu en voor versterking van het broeikaseffect.
- Kenmerken van de tuinbouw.
 - Veel tuinbouw vindt plaats in kassen (glastuinbouw) in plaats van in de open grond.
 - In de kassen zijn gunstige omstandigheden: de gewassen krijgen precies genoeg water, voedingsstoffen, warmte en licht.
- Voordelen van de glastuinbouw.
 - De gewassen brengen zo veel mogelijk op.
 - Gewassen kunnen het hele jaar door worden verbouwd.
- Nadelen van de glastuinbouw.
 - Het verbouwen van de producten kost veel energie.
 - De koolstofdioxide die ontstaat bij de verbranding van aardgas zorgt voor versterking van het broeikaseffect.

DOELSTELLING 9

Je moet het verschil kunnen aangeven tussen visserij en visteelt. Ook moet je kunnen aangeven wat overbevissing en bijvangst is. Ten slotte moet je kunnen aangeven wat de voordelen zijn van insecten eten.

- Verschil visserij en visteelt.
 - Visserij: visvangst op open water (zee, meer of rivier).
 - Visteelt: kweken van vis in speciale bakken of kooien.
- Overbevissing: door betere vangsttechnieken te veel vis vangen in een bepaald gebied.
- Bijvangst: het onbedoeld vangen van vis.
 - Bijvangst wordt vaak overboord gegoid.
- Voordelen van insecten eten.
 - Een goede bron van o.a. eiwitten.
 - Er is veel minder (landbouw)grond nodig om insecten te kweken.
 - Er is veel minder voer voor nodig.
 - Er komt minder mest vrij.

DOELSTELLING 10

Je moet de biologische landbouw kunnen beschrijven en de voordelen en nadelen ervan kunnen noemen.

- Kenmerken van de biologische landbouw.
 - Er zijn geen monoculturen.
 - Er wordt geen kunstmest gebruikt.
 - Er worden geen chemische gewasbeschermingsmiddelen gebruikt (groenten en fruit zijn onbespoten).
 - Ziekten door bodemorganismen worden tegengegaan door vruchtwisseling: er wordt nooit twee jaar achter elkaar hetzelfde gewas op een bepaald stuk grond verbouwd.
 - De dieren hebben ruimte om los te lopen (scharrelkippen en scharrelvarkens).
- Voordelen van de biologische landbouw.
 - Er wordt rekening gehouden met het milieu.
 - De dieren hebben een beter leven.
- Nadeel van de biologische landbouw.
 - De producten zijn meestal iets duurder.

EXTRA DOELSTELLING 11

Je moet kunnen beschrijven welke invloed ozon in de dampkring heeft op het leven op aarde. Ook moet je de oorzaken en gevolgen kunnen noemen van de aantasting van de ozonlaag en van zomersmog.

- De dampkring bestaat uit de troposfeer en de stratosfeer.
 - Troposfeer: de dampkring tot 12 km hoogte.
 - Stratosfeer: de dampkring van 12 km tot 50 km hoogte.
- Ozon is een gas dat uit zuurstof kan ontstaan.
 - Ozonlaag: een laag in de stratosfeer met veel ozon.

- De ozonlaag houdt een groot deel van de schadelijke ultraviolette straling van het zonlicht tegen.
- Chloorfluorkoolwaterstoffen (cfk's) uit bijvoorbeeld koelkasten tasten de ozonlaag aan.
- Gevolg van aantasting: toename van huidkanker, doordat meer ultraviolette straling doordringt tot de aarde.
- Rook en uitlaatgassen kunnen smog en verzuring veroorzaken.
 - Smog is een soort mist die door rook en uitlaatgassen sterk vervuild is.
- Twee soorten smog: zomersmog en wintersmog.
- Zomersmog is een met fijnstof, uitlaatgassen en ozon vervuilde mist (bruine smog).
 - Oorzaak van zomersmog: verbranding van fossiele brandstoffen waarbij onder andere ozon ontstaat.
 - Zomersmog veroorzaakt irritatie van de slijmvliezen van de luchtwegen.
 - De ozon in zomersmog versterkt het broeikaseffect.
 - Wintersmog is een met fijnstof vervuilde mist (grijze smog).
- Fijnstof bestaat uit in de lucht zwevende deeltjes van verschillende oorsprong.
 - Bronnen van fijnstof: de natuur en menselijke activiteiten (verkeer en industrie), bijv. uitlaatgassen, houtkachels, barbecues en vuurwerk.
 - Gevolgen van fijnstof: het ontstaan of verergeren van hart- en vaatziekten en longziekten.
- Verzuring van het milieu ontstaat door verbranding van fossiele brandstoffen.
 - Gevolg: planten kunnen ziek worden en doodgaan.
- Maatregelen om de lucht schoon te houden.
 - Auto's worden voorzien van katalysatoren, waardoor er minder verzurende gassen in de lucht komen.
 - Rookgassen van fabrieken worden gezuiverd, waardoor er minder fijnstof in de lucht komt.
 - In de pluimveehouderij wordt fijnstof uit de lucht gehaald door waterwassers.

EXTRA DOELSTELLING 12

Je moet de kenmerken van chemische en biologische gewasbescherming kunnen noemen.

- Chemische gewasbescherming.
 - Door pesticiden of biociden: gewasbeschermingsmiddelen die organismen doden.
- Voordelen van chemische gewasbescherming.
 - Snel effect (ziekten en plagen kunnen goed worden bestreden).
- Nadelen van chemische gewasbescherming.
 - Veel biociden zijn niet selectief: ze doden veel soorten organismen, ook onschadelijke en nuttige soorten.
 - Er treedt resistentie op: organismen die ongevoelig zijn voor een gewasbeschermingsmiddel (of voor de gebruikte hoeveelheid) blijven in leven en planten zich voort.
 - Er treedt accumulatie op: in voedselketens hopen de biociden zich op, doordat ze niet of zeer langzaam biologisch worden afgebroken. Vooral in dieren die aan het eind van een voedselketen staan, hopen de gewasbeschermingsmiddelen zich op.
- Biologische gewasbescherming.
 - Door gebruik van natuurlijke vijanden: bijv. de bestrijding van witte vlieg met sluipwespen.
 - Door lokken met geuren of geluiden: de gelokte dieren worden gedood of onvruchtbaar gemaakt.
 - Door vruchtwisseling.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

BASISSTOF

- Je hebt geoefend in het aflezen en/of maken van diagrammen.
- Je hebt geoefend in het halen van informatie uit artikelen en afbeeldingen.
- Je hebt geoefend in het uitvoeren van practica.

EXTRA BASISSTOF

- Je hebt geoefend met het maken van diagrammen.
- Je hebt geoefend in het halen van informatie uit artikelen en afbeeldingen.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Sophie zegt dat de mens voor grondstoffen afhankelijk is van het milieu.
Annemijn zegt dat het milieu belangrijk is als plaats voor recreatie.
Wie heeft (hebben) gelijk?
 - A Alleen Annemijn en Sophie hebben geen van beiden gelijk.
 - B Alleen Annemijn heeft gelijk.
 - C Alleen Sophie heeft gelijk.
 - D Annemijn en Sophie hebben allebei gelijk.
- 2 Hierna staan drie manieren waarop de mens afhankelijk is van het milieu.
 - 1 Het milieu levert voedsel.
 - 2 Het milieu levert water.
 - 3 Het milieu levert zuurstof.
 Bij welke van deze manieren speelt fotosynthese een directe rol?
 - A Alleen bij 1 en 2.
 - B Alleen bij 1 en 3.
 - C Alleen bij 2 en 3.
 - D Bij 1, 2 en 3.

DOELSTELLING 2

Noteer of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 De milieuproblemen hebben als enige oorzaak de groei van de chemische industrie.
- 2 De enorme bevolkingstoename heeft bijgedragen aan het ontstaan van milieuproblemen.
- 3 In afbeelding 79 is een belangrijk milieuprobleem weergegeven.

▼ Afb. 79



- 4 Doordat er steeds meer landbouwgrond komt, is veel natuur verdwenen.
- 5 In de afgelopen honderd jaar is de biodiversiteit in Nederland toegenomen.
- 6 Biodiversiteit neem toe door stoffen aan het milieu toe te voegen.
- 7 De wolf is via een herintroductieprogramma weer terug in Nederland (zie afbeelding 80).

▼ Afb. 80



DOELSTELLING 3

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Lpg (autogas) is een brandstof die ontstaat bij de productie van benzine. Bij de meeste benzinestations kun je lpg tanken, net als benzine en diesel (zie afbeelding 81).
Welke van deze brandstoffen zijn fossiele brandstoffen?
 - A Alleen benzine en diesel.
 - B Alleen benzine en lpg.
 - C Alleen diesel en lpg.
 - D Benzine, diesel en lpg.

▼ Afb. 81



- 2 Om elektriciteit op te wekken wordt onder andere gebruikgemaakt van biomassa, kernenergie, steenkool en waterkracht.
Door welk gebruik neemt de hoeveelheid koolstofdioxide in de lucht toe?
- A Door het gebruik van biomassa.
 - B Door het gebruik van kernenergie.
 - C Door het gebruik van steenkool.
 - D Door het gebruik van waterkracht.
- 3 Waarvan is de energie in fossiele brandstoffen uiteindelijk afkomstig?
- A Van de verbranding in organismen.
 - B Van de zon.
 - C Van fossielen.
 - D Van planten en dieren.
- 4 In afbeelding 82 is een benzinepomp met vier verschillende soorten brandstof weergegeven. Welke van deze brandstoffen dragen niet bij aan de verhoging van het koolstofdioxidegehalte van de lucht?
- A Biodiesel en diesel.
 - B Biodiesel en ethanol.
 - C Diesel en Euro 95.
 - D Ethanol en Euro 95.

▼ Afb. 82



DOELSTELLING 4

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Op welke manier zorgen broeikasgassen voor het broeikaseffect?
- A Broeikasgassen houden een deel van de gassen tegen die vrijkomen bij de verbranding van brandstoffen.
 - B Broeikasgassen houden een deel van de gassen tegen die vrijkomen bij fotosynthese.
 - C Broeikasgassen houden een deel van de warmte-uitstraling van de aarde tegen.
 - D Broeikasgassen houden een deel van de zonnestraling tegen die op de aarde valt.
- 2 Hieronder staan twee beweringen over klimaatverandering.
- 1 Door een hogere gemiddelde temperatuur zijn koude gebieden minder geschikt voor landbouw.
 - 2 Door langere droge perioden breiden woestijnen zich uit.
- Welke van deze beweringen is (zijn) juist?
- A Alleen bewering 1.
 - B Alleen bewering 2.
 - C De beweringen zijn beide juist.
 - D De beweringen zijn beide onjuist.
- 3 In afbeelding 83 staat een krantenartikel over bosbranden in Indonesië.
Zorgen deze bosbranden voor een afname of voor een toename van het broeikaseffect? En voor een afname of voor een toename van fijnstof?
- A Voor een afname van het broeikaseffect en een afname van fijnstof.
 - B Voor een afname van het broeikaseffect en een toename van fijnstof.
 - C Voor een toename van het broeikaseffect en een afname van fijnstof.
 - D Voor een toename van het broeikaseffect en een toename van fijnstof.

▼ Afb. 83

Bedrijven Indonesië verdacht van branden

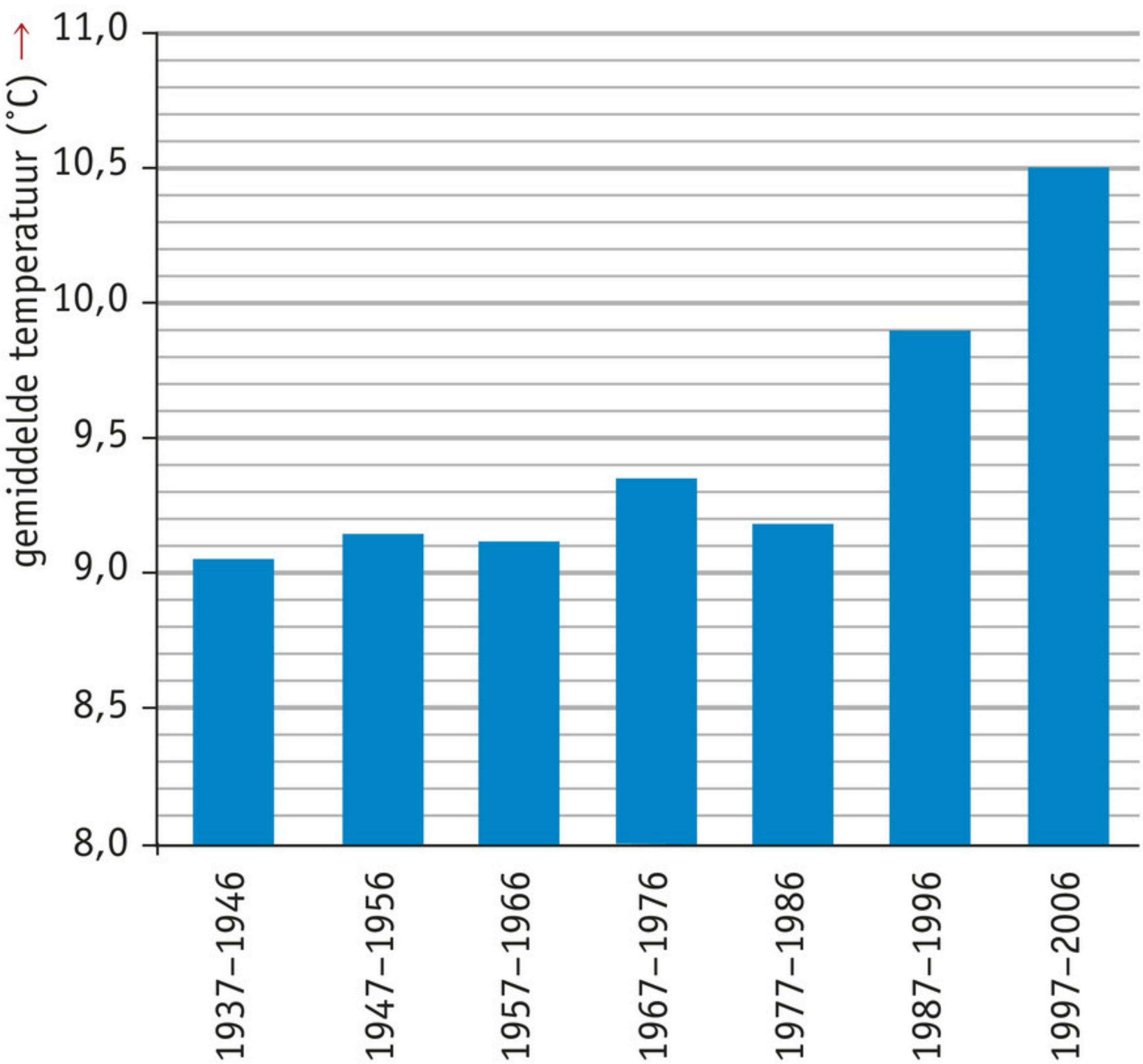
In Indonesië worden acht plantagebedrijven verdacht van illegale ontbossing door brandstichting om land beschikbaar te maken voor de palmolie-industrie. De branden, die al enkele dagen duren, veroorzaken een enorme luchtvervuiling in de buurlanden Singapore en Maleisië. Daar is de kwaliteit van de lucht gedaald tot het niveau ‘ongezond’.

DOELSTELLING 5

Noteer of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Uit afbeelding 84 blijkt dat we in Nederland te maken hebben met klimaatverandering.

▼ Afb. 84 De gemiddelde temperatuur in De Bilt over perioden van tien jaar.



- 2 Uit de stijging van de zeespiegel blijkt dat we te maken hebben met klimaatverandering.
- 3 Door het versterkte broeikaseffect daalt de gemiddelde temperatuur op aarde.
- 4 Het groter worden van woestijnen wordt veroorzaakt door de klimaatverandering.

- 5 Door de klimaatverandering worden sommige gebieden geschikter voor de landbouw.
- 6 Door de klimaatverandering is het moment waarop vogels eieren leggen beter afgestemd op het beschikbare voedselaanbod.
- 7 Door de klimaatverandering komen in Nederland sommige ziekten vaker voor.

In afbeelding 85 is een artikel weergegeven over de wespenspin. Uit dit artikel blijkt dat deze spin steeds verder naar het noorden oprukt.

- 8 Het oprukken naar het noorden van de wespenspin kan het gevolg zijn van de klimaatverandering.

▼ Afb. 85

Wespenspin

Een van de soorten in Europa die zich naar het noorden uitbreidt, is de wespenspin of tijgerspin. Deze spin is in 1980 voor het eerst aangetroffen bij de rivier de Gulp in Zuid-Limburg. Sinds die tijd rukt hij steeds verder naar het noorden op. Op dit moment komt de spin vooral voor in Limburg, Oost-Brabant en Gelderland. Maar uit alle andere provincies zijn inmiddels ook enkele waarnemingen bekend.



DOELSTELLING 6

Op het scoreblad staat een schema met twee soorten afval.

Beantwoord de volgende vragen door een kruisje te zetten in de juiste kolom.

- 1 Welk afval kan door bacteriën en schimmels worden afgebroken?
- 2 Welk afval is alleen van de mens afkomstig?
- 3 Tot welke soort afval behoort een autowrak?
- 4 Tot welke soort afval behoort een hondendrol?
- 5 Tot welke soort afval behoort een afgevalen boomtak?

- 6 Tot welke soort afval behoort het afval van afbeelding 86?

▼ Afb. 86



- 7 Tot welke soort afval behoort het afval van afbeelding 87?
- 8 Tot welke soort afval behoort het afval van afbeelding 88?

▼ Afb. 87



▼ Afb. 88



DOELSTELLING 7

Noteer of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 De bakken van afbeelding 89 dienen voor gescheiden afvalinzameling.
- 2 Het afval van afbeelding 90 hoort in de gft-container.

- 3 Het afval van afbeelding 91 kun je inleveren bij de milieustraat.
- 4 Bij de recycling van glas spelen reducenten een belangrijke rol.
- 5 Een gemakkelijke en goedkope manier van afvalverwerking is het afval storten op een vuilnisbelt.
- 6 Door afval te composteren kan elektriciteit worden opgewekt.
- 7 Door afval te verbranden in verbrandingsovens ontstaan verbrandingsproducten die kunnen worden gebruikt als mest voor de tuin.

▼ Afb. 89



▼ Afb. 90



▼ Afb. 91



DOELSTELLING 8

Noteer of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 In afbeelding 92 is een voorbeeld van een monocultuur te zien.
- 2 Monoculturen verkleinen de kans op insectenplagen.
- 3 Op grote akkerbouwbedrijven wordt voornamelijk stalmest gebruikt om het land te bemesten.
- 4 Bemesten van landbouwgrond met kunstmest kan leiden tot watervervuiling.
- 5 Door de bio-industrie is de voedselproductie in Nederland verhoogd.
- 6 In de intensieve veehouderij wordt een groot deel van de grond gebruikt om veevoer te verbouwen.

▼ **Afb. 92**

- 7 Afbeelding 93 geeft weer op welke manier kippen in de bio-industrie worden gehouden.
- 8 Door de glastuinbouw kunnen we veel groenten het hele jaar door kopen.
- 9 Het telen van kasgroenten kost minder energie dan het telen van groenten in de open grond.

▼ **Afb. 93**

- 10 Door de felle lampen in kassen groeien de gewassen goed (zie afbeelding 94).
- 11 Chemische gewasbeschermingsmiddelen doden alleen de schadelijke insecten.
- 12 In de bio-industrie is er meestal geen mestoverschot.

▼ **Afb. 94****DOELSTELLING 9**

- 1 Waarbij komt bijvangst voor, de visserij of de visteelt? Leg je antwoord uit.
- 2 Wat is de belangrijkste oorzaak van overbevissing? Leg je antwoord uit.
- 3 In afbeelding 95 staat een artikel over de yellowtail kingfish. Waardoor is deze vis geschikt voor de kweek?
- 4 Leg uit dat het kweken van de yellowtail kingfish duurzaam is.

▼ **Afb. 95**

Ideale kweekvis

De yellowtail kingfish lijkt op tonijn en zwaardvis en blijkt ideaal voor de kweek: hij is sterk, stressbestendig en groeit snel. De zoutwatervis leeft bovendien in scholen en is eraan gewend om met veel vissen in een kleine ruimte te leven. Nu wordt de vis nog geïmporteerd uit Australië, met alle gevolgen voor het milieu van dien.



- 5 Insecten eten is goed omdat het een goede bron van eiwit is.
Noteer nog drie andere voordelen van insecten eten.

DOELSTELLING 10

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Leg uit wat vruchtwisseling is.
- 2 Leg uit waarom biologisch vlees meestal iets duurder is dan gewoon vlees (zie afbeelding 96).

▼ Afb. 96



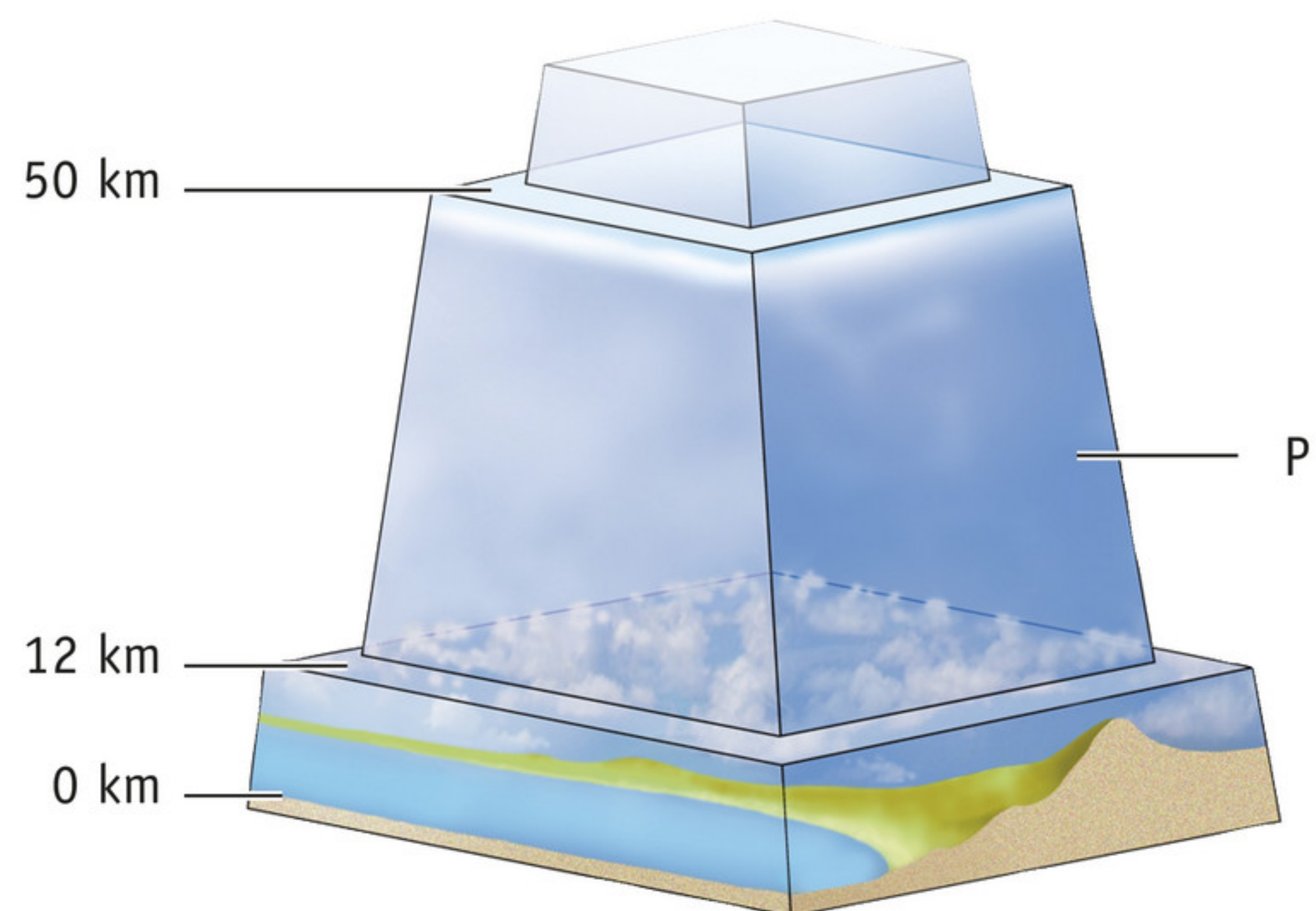
- 3 In een krantenartikel staat het volgende over biologische bloembollen: 'Een aantal tuinders is overgestapt op biologische teelt van bloembollen. Het assortiment bestaat uit zo'n vijftig verschillende soorten hyacinten, krokussen, lelies, narcissen en tulpen.'
Gebruikt deze tuinder ook chemische gewasbeschermingsmiddelen voor zijn bloemen?

EXTRA DOELSTELLING 11

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In afbeelding 97 is de dampkring schematisch weergegeven.
Is met P de troposfeer of de stratosfeer aangegeven?
Komt bij P ozon voor?
 - A Met P is de stratosfeer aangegeven; daar komt ozon voor.
 - B Met P is de stratosfeer aangegeven; daar komt geen ozon voor.
 - C Met P is de troposfeer aangegeven; daar komt ozon voor.
 - D Met P is de troposfeer aangegeven; daar komt geen ozon voor.

▼ Afb. 97



- 2 Uit welk gas ontstaat ozon in de ozonlaag?
 - A Uit ammoniak.
 - B Uit koolstofdioxide.
 - C Uit waterdamp.
 - D Uit zuurstof.
- 3 Bij welke weersomstandigheden is de kans op smog het grootst?
 - A Bij koud weer.
 - B Bij regenachtig weer.
 - C Bij windstil weer.
 - D Bij stormachtig weer.
- 4 Welke maatregelen van de overheid hebben bijgedragen aan een schonere lucht?
 - A Katalysatoren in uitlaten van auto's en afzuigen van schoorstenen.
 - B Katalysatoren in uitlaten van auto's en filters in schoorstenen.
 - C Katalysatoren in uitlaten van auto's en plaatsen van filters in de pluimveehouderij.
 - D Katalysatoren in uitlaten van auto's en wassen van de lucht in schoorstenen.

EXTRA DOELSTELLING 12

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Enkele kenmerken van biociden zijn:
 - 1 ze hebben een snel effect;
 - 2 ze zijn niet selectief;
 - 3 er treedt accumulatie op.
 Welk(e) van deze kenmerken behoort (behoren) tot de nadelen van chemische gewasbescherming?
 - A Alleen kenmerk 1.
 - B Alleen de kenmerken 1 en 2.
 - C Alleen de kenmerken 2 en 3.
 - D De kenmerken 1, 2 en 3.

2 Nonnetjes zijn vlinders die voorkomen in de Nederlandse bossen (zie afbeelding 98). De larven van deze vlinders eten uitsluitend de naalden van bomen. Soms is de plaag zo groot dat de bomen kaal worden. De plaag wordt bestreden door sluipwespen in zo'n bos te verspreiden. Sluipwespen leggen eieren in de larven van nonnetjes. De sluipwesplarven die uit deze eieren komen, eten de larven van de nonnetjes van binnenuit op.

Is dit een voorbeeld van biologische of van chemische gewasbescherming?

Zal het aantal sluipwespen afnemen of toenemen?

<i>Methode</i>	<i>Aantal sluipwespen zal</i>
A biologische gewasbescherming	afnemen.
B biologische gewasbescherming	toenemen.
C chemische gewasbescherming	afnemen.
D chemische gewasbescherming	toenemen.

▼ Afb. 98



3 In een bepaald gebied hadden aardappelplanten last van een plaag van coloradokevers (zie afbeelding 99). De kevers werden bestreden met een chemisch gewasbeschermingsmiddel. Dit gewasbeschermingsmiddel kan niet door organismen worden afgebroken. Een bioloog vergeleek 100 gram biomassa van aardappelplanten, coloradokevers, insectenetende vogels en roofvogels. In welke van deze organismen zal zij de grootste hoeveelheid van dit gewasbeschermingsmiddel aantreffen?

- A** In de aardappelplanten.
- B** In de coloradokevers.
- C** In de insectenetende vogels.
- D** In de roofvogels.

▼ Afb. 99



De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit verschillende onderdelen. In dit thema bestaat de verrijkingstof uit drie onderdelen. De opdrachten hierbij maak je in je werkboek.

1 Water en bodem

Waternverontreiniging en bodemverontreiniging hebben in de vorige eeuw in Nederland tot veel problemen geleid. Vervuiling is vaak een gevolg van activiteiten van de mens. Veel organismen zijn afhankelijk van schoon water en een schone bodem. Vervuiling heeft tot gevolg dat organismen die erin voorkomen, bedreigd worden of verdwijnen. Ook voor de mens zijn schoon water en een schone bodem belangrijk. We drinken water en eten van de gewassen die in de bodem groeien.

VERONTREINIGING VAN WATER

Het water in rivieren, zeeën en meren wordt behalve door huishoudens ook vervuild door fabrieken, land- en tuinbouw en scheepvaart (zie afbeelding 100).

▼ **Afb. 100** Bronnen van waternverontreiniging.



1 fabrieken



2 bestrijdingsmiddelen in de land- en tuinbouw

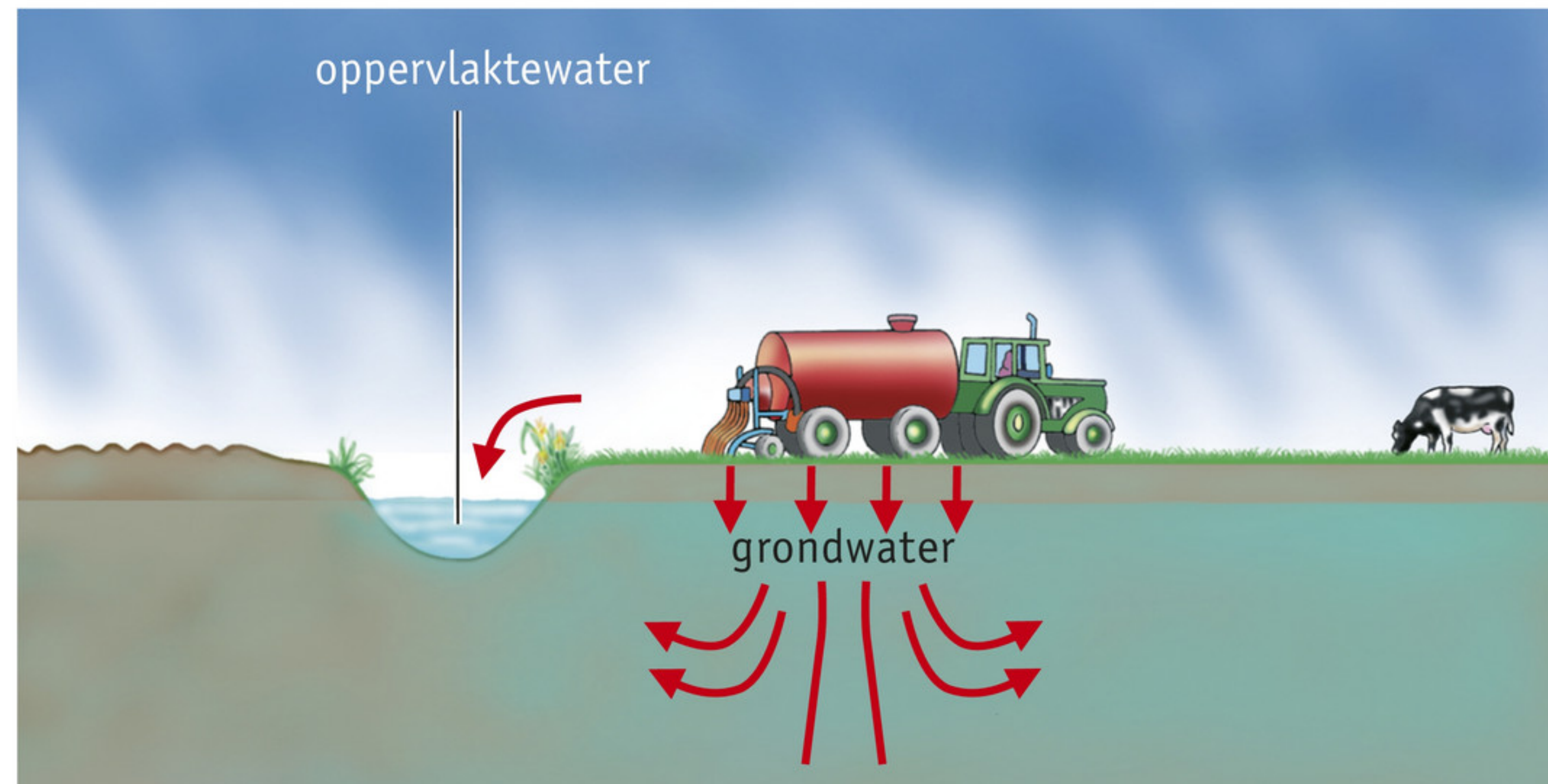


3 olie lekt uit een schip

Het afvalwater van fabrieken bevat vaak zware metalen, zoals zink, cadmium en lood. Deze metalen zijn schadelijk voor de gezondheid van mens en dier. Ook via land- en tuinbouwbedrijven komen schadelijke stoffen in het water en de bodem terecht, zoals chemische gewasbeschermingsmiddelen en (kunst)mest (zie afbeelding 101).

In het verleden zorgden industrie, landbouw en verkeer voor veel vervuiling. Tegenwoordig komt dit door allerlei maatregelen steeds minder vaak voor. Zo lozen schepen en fabrieken steeds minder schadelijke stoffen in het milieu, maar vangen ze op en verwerken ze op een goede manier. Afvalwater wordt vaak gezuiverd voordat het op het oppervlaktewater wordt geloosd. Deze maatregelen helpen verontreiniging van water te beperken.

- **Afb. 101** Bemesting kan grondwater en oppervlaktewater verontreinigen.



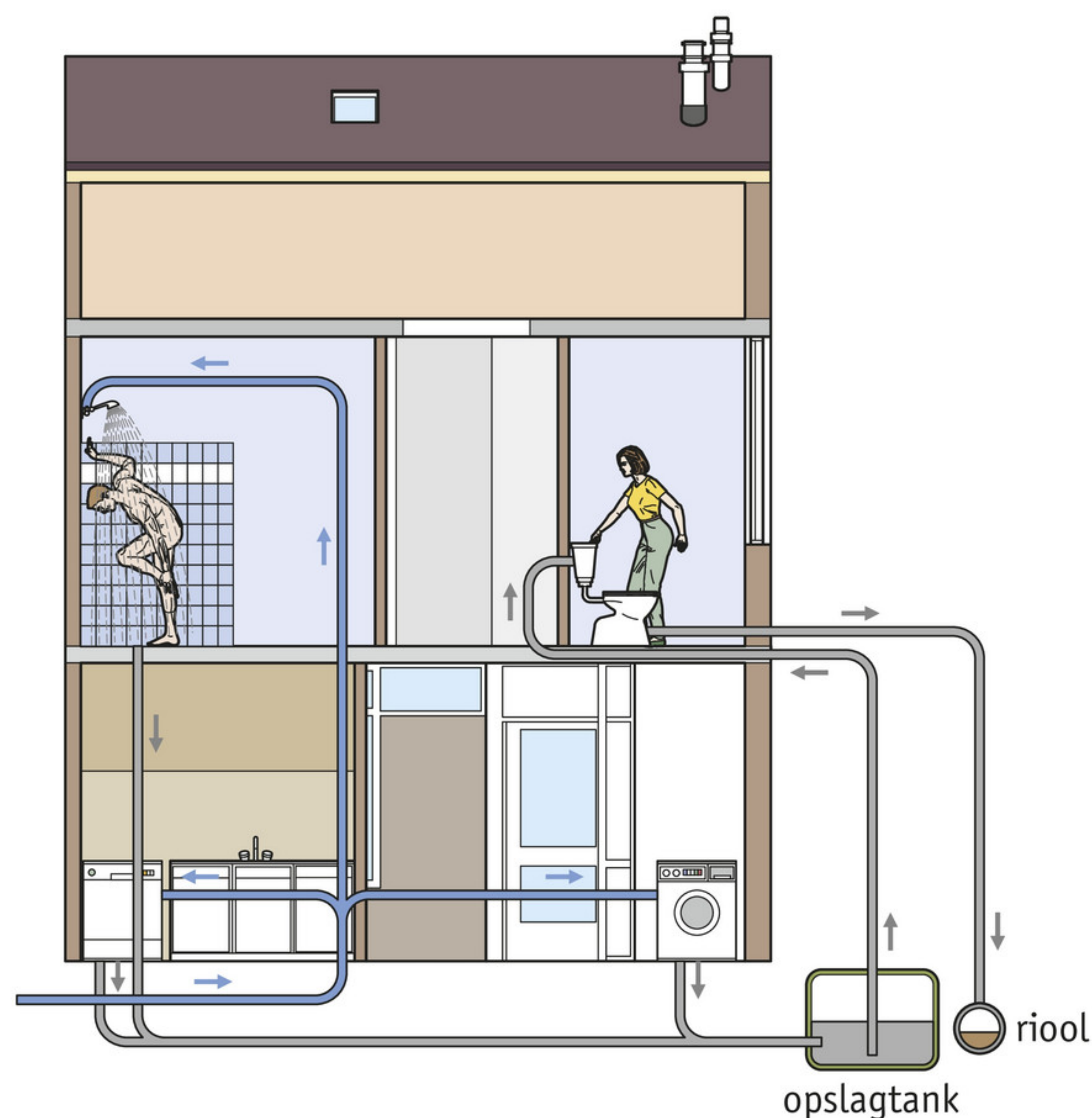
WATERVERONTREINIGING IN EN ROND HET HUIS

Bij alle Nederlandse huishoudens ontstaat verontreinigd water. Met z'n allen spoelen we grote hoeveelheden ontlasting, urine, wc-papier en schoonmaakmiddelen door de afvoer. Je noemt dit **huishoudelijk afvalwater**. Ieder huishouden loost per dag bijna vierhonderd liter huishoudelijk afvalwater op het riool.

We gebruiken vrijwel altijd schoon drinkwater, terwijl je ook grijs water zou kunnen gebruiken.

Grijs water is de naam voor licht verontreinigd afvalwater dat afkomstig is van bijvoorbeeld douche, wasmachine en keuken. De naam 'grijs' verwijst naar de kleur die dit water heeft door de zeepresten die erin zitten. Dit water is prima te gebruiken om het toilet door te spoelen. In afbeelding 102 zie je een huis waarin grijs water wordt gebruikt.

- **Afb. 102** Een huis waarin grijs water wordt gebruikt.



VERVUILING VAN DE BODEM

Door bodemvervuiling zijn op veel plaatsen giftige stoffen in de bodem terechtgekomen. Planten nemen via de wortels water met opgeloste stoffen op uit de bodem. Ze nemen niet alleen de stoffen op die ze nodig hebben voor hun groei, maar ook allerlei giftige stoffen. Zo komen de giftige stoffen in voedselketens terecht.

In Nederland is de bodem op ongeveer 175 000 plekken zo vuil dat deze moet worden schoongemaakt. De vervuiling is onder andere ontstaan doordat in het verleden afval van de chemische industrie op vuilnisplaatsen werd gestort. Een andere oorzaak van bodemvervuiling is het verkeer. Vroeger werd aan alle benzine lood toegevoegd, dat via uitlaatgassen in de wegbermen terechtkwam. Tegenwoordig komt er minder lood in de bodem doordat vrijwel alle auto's op loodvrije benzine rijden. Toch zit in de bodem langs autowegen in verhouding nog veel lood.

Regelmatig wordt ergens vervuilde grond schoongemaakt. Deze **bodemsanering** kost veel tijd en geld (zie afbeelding 103). Vaak wordt de grond afgegraven en chemisch gereinigd.

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 105

▼ Afb. 103

Bodemsanering Chemie-Pack gaat vijf tot tien jaar duren

Bij een brand bij het bedrijf Chemie-Pack in Moerdijk zijn in 2011 enorme hoeveelheden giftige stoffen vrijgekomen en in de bodem beland. De bodemsanering is van start gegaan en zal vijf tot tien jaar gaan duren. De kosten zijn geraamd op ongeveer € 40.000.000,-.



2 Zwerfafval

Zwerfafval is afval dat zomaar buiten wordt weggegooid. Dit kunnen drankblikjes of drankflesjes zijn, maar ook kranten, sigarettenpeuken, kauwgomresten of bananenschillen (zie afbeelding 104). Veel mensen ergeren zich aan afval op straat. Toch blijken we er met z'n allen een enorme troep van te maken (zie afbeelding 105).

► **Afb. 104** Zwerfafval.



▼ **Afb. 105**

Rotzooi op straat

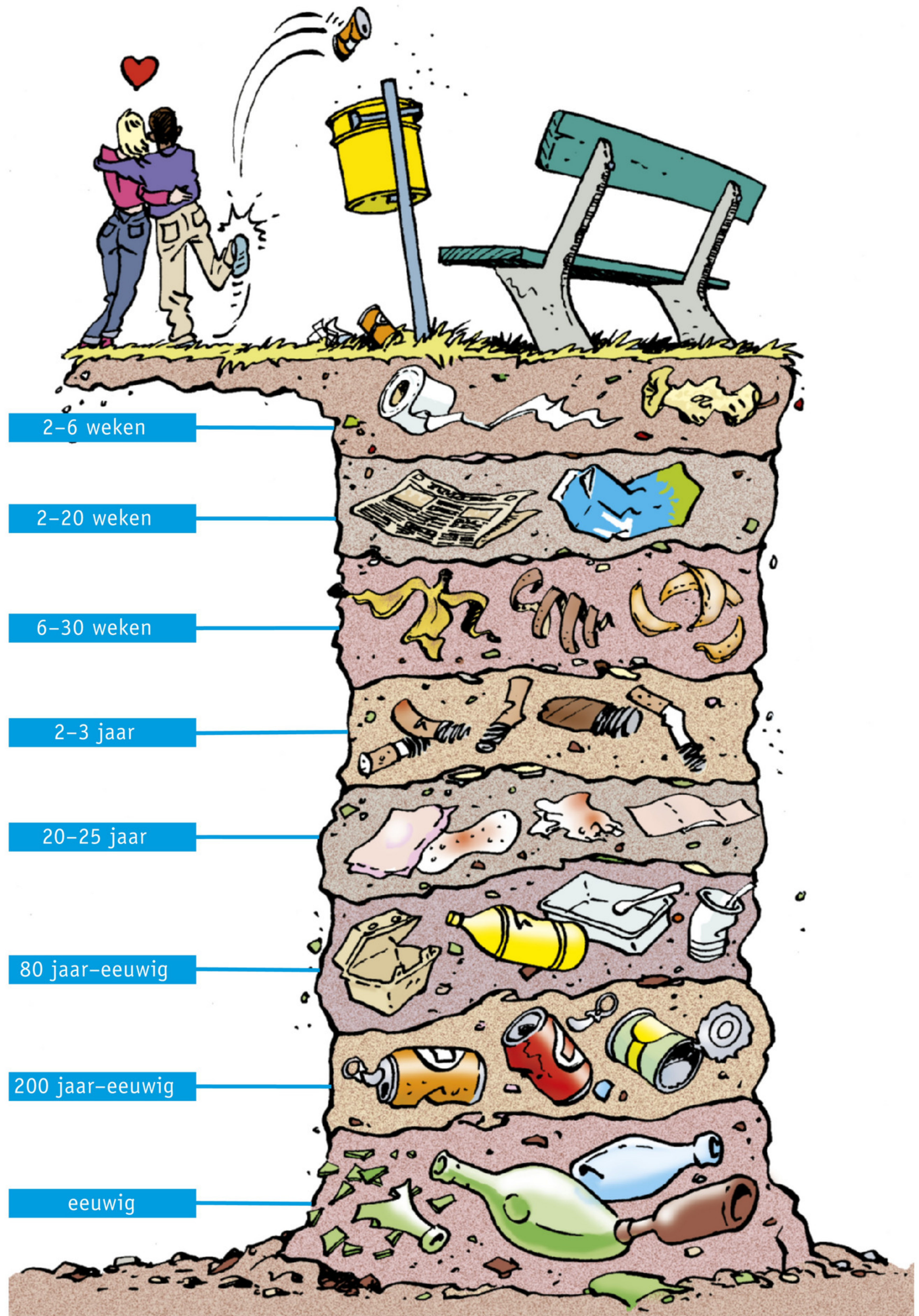
DEN HAAG – Twee op de drie mensen ergeren zich enorm aan afval in hun leefomgeving. Op de lijst van ergernissen staat zwerfafval op de tweede plaats, na hondenpoep. Uit de cijfers blijkt dat veel mensen afval op straat gooien. In 2014 werden na Koningsdag in Amsterdam ruim 5500 vuilniszakken vol afval bij elkaar

geveegd door de reinigingsdienst. Rijkswaterstaat ruimt jaarlijks langs de snelwegen zo'n 25 miljoen kilogram afval op. De totale hoeveelheid afval die wordt opgehaald op wegen buiten de bebouwde kom wordt geschat op 100 miljoen kilogram.

Ook in en rondom jouw school tref je zwerfafval aan, soms wat meer, soms wat minder. Stichting Nederland Schoon heeft een meetmethode gemaakt waarmee je de mate van vervuiling met zwerfafval een cijfer kunt geven. In deze verrijkingstof ga je de mate van vervuiling in en rondom je school een cijfer geven. Ook ga je een deel van het afval opruimen. Je moet bij deze verrijkingstof in tweetallen werken.

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 107

▼ **Afb. 106** Hoelang duurt het voordat zwerfafval is vergaan?



3 Een bodemprofiel maken

De grond waar je op staat, bestaat uit heel veel verschillende lagen. Iedere laag heeft zijn eigen kenmerken, die belangrijk en bepalend zijn voor de plantengroei in dat gebied. Zo zijn de hoeveelheid voedingsstoffen, water en zuurstof belangrijke eigenschappen die van invloed zijn op de groei van planten. De bodem bepaalt dus voor een deel de vegetatie van een bepaald gebied. In het werkboek lees je hoe je een bodemprofiel kunt maken.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 110

► **Afb. 107** Een bodemprofiel.



- A**
- aantasting 112
 - abiotische factoren 69
 - abortus 62
 - accumulatie 144
 - afbraak, biologische 126
 - afbreekbaar, biologisch 126
 - afbreekbaar afval, niet-biologisch 127
 - afval 126
 - afval, huishoudelijk 128
 - afval, klein chemisch 130
 - afval, niet-biologisch afbreekbaar 127
 - afval, zwurf- 161
 - afvalcontainers 128
 - afvaleters 73
 - afvalwater, huishoudelijk 159
 - akkerbouw 131
 - akkerbouwbedrijven 132
 - albino 19
 - alleseters 72
 - amfibieën 36
 - amputeren 60
 - argumenten 23
 - atmosfeer 122
- B**
- bacteriën 38
 - bevolkingstoename 112
 - bijvangst 136
 - biobrandstoffen 119
 - biocide 143
 - biodiesel 119
 - biodiversiteit 114
 - bio-industrie 133
 - biologisch afbreekbaar 126
 - biologisch evenwicht 79
 - biologische afbraak 126
 - biologische gewasbescherming 145
 - biologische landbouw 137
 - biomassa 89, 119
 - biomassa, piramide van 89
 - biotische factoren 69
 - bodem 91
 - bodemsanering 160
 - brandstoffen, fossiele 117
 - broeikaseffect 122
 - broeikasgassen 122
- C**
- celdeling 14, 49
 - celkerntransplantatie 41
 - cfk 140
 - chemische gewasbeschermingsmiddelen 132
 - chemische industrie 114
 - chromosomen 9
 - chromosomenportret 63
 - climaxecosysteem 91
 - combinatiebedrijven 131
 - compost 130
 - composteren 130
 - condensatie 75
 - consumenten van de eerste orde 73
 - consumenten van de tweede orde 73
 - consumenten 73
- D**
- dampkring 122
 - dinosauriërs 36
 - DNA 8
 - DNA-technieken, recombinant- 38
 - DNA-test 43
 - dochtercellen 14
 - Down, syndroom van 62, 63
 - draagmoeder 41
 - drager 60
 - duurzame energie 119
- E**
- echoscoop 61
 - echoscopie 61
 - ecologie 69
 - ecosysteem 70
 - eencellige organismen 34
 - eerste eenvoudige levensvormen 34
 - eerste orde, consumenten van de 73
 - eiwit 12
 - energie, duurzame 119
 - energie, wind- 120
 - energie, zonne- 121
 - energiebronnen 113
 - energierijke stoffen 76
 - energievoorraden 113
 - enkelvoudige genen 13
 - evolutie 23
 - evolutietheorie 23
- F**
- fenotype 8
 - fijnstof 142
 - fossiele brandstoffen 117
 - fossielen 31
 - fossiliseren 32

- G**
- geen leven 34
 - gelijke genen 15
 - gemengde bedrijven.....131
 - gemuteerd 19
 - gen 12
 - genen, enkelvoudige 13
 - genen, gelijke 15
 - genen, ongelijke.....15
 - genetisch advies 60
 - genetische modificatie 39
 - genotype.....9
 - genotypen, variatie in.....18
 - geologische tijdschaal.....34
 - geslachtelijke voortplanting.....18
 - gestroomlijnd.....81
 - gewasbescherming, biologische 145
 - gezwel 21
 - gift-container 128
 - gif.....113
 - gisten 38
 - glastuinbouw 134
 - glucose.....73
 - goedaardig.....21
 - grijs water 159
 - grofvuil 128
 - grondstoffen 129
- H**
- haaksnavel 83
 - hergebruik 129
 - herintroductie 115
 - het gat in de ozonlaag 140
 - hoefgangers 82
 - horizonvervuiling 120
 - huishoudelijk afval.....128
 - huishoudelijk afvalwater 159
 - huisvuil.....128
 - humus 91
- I**
- in paren 13
 - individu 69
 - industrie, chemische 114
 - informatie 8
 - intensieve veehouderij 133
 - isolatie 28
- K**
- kanker 21
 - kca 130
 - kegelsnavel.....83
 - klein chemisch afval.....130
 - klimaat 78
 - klimaatverandering 123
 - klonen 40
 - kloneren 40
 - koolstofdioxide 76, 118, 122
 - kringloop 74
 - kunstmest.....132
 - kunststoffen.....127
 - kwaadaardig 21
- L**
- landbouw.....131
 - landbouwhuisdieren 131
 - landdieren 36
 - landplanten 35
 - levensgemeenschap.....70
 - levensvormen, eerste eenvoudige.....34
 - lichaamscellen 10
 - loopvogels 82
 - luchtverontreiniging 118
- M**
- manier van leven 112
 - mensachtigen 36
 - mestoverschot 133
 - metastase 21
 - milieu 69
 - milieuproblemen 112
 - milieustraat 130
 - moedercel.....14
 - monocultuur 132
 - monster 103
 - mutageen 20
 - mutant.....19
 - mutatie 19
- N**
- natuurlijke selectie.....24
 - natuurlijke vijanden 145
 - neerslag.....75
 - niet-biologisch afbreekbaar afval.....127
 - niet-selectief.....143
- O**
- onbespoten 138
 - ongelijke genen.....15
 - ongeslachtelijk voortplanten.....19
 - optimumkromme.....80
 - opwarming van de aarde.....118

organische mest.....	132
organismen, eencellige.....	34
overbevissing.....	136
overlevingskans	24
ozon	140
ozonlaag.....	140
ozonlaag, het gat in de	140

P

paren.....	10
paren, in	13
perioden	33
pesticide.....	143
pincetsnavel	83
pionierecosysteem.....	91
piramide van aantallen.....	87
piramide van biomassa	89
plaag	143
planteneters	71
populatie	69
populatiegrootte	78
prenataal onderzoek.....	61
priemsnavel	83
producenten	73

R

recombinant-DNA-technieken	38
reconstructie.....	32
recycling	129
reducenten	73
reptielen	36
resistent	144
resistentie.....	144
restafval	128
risicogroep.....	60
roofvogels.....	82
rudimentaire organen	48
rudimenten	48

S

sauriërs	36
schaduwplanten.....	85
selectief.....	143
smog	140
smog, zomer-	141
steltlopers	82
storten.....	130
stratosfeer	140
strooisel	103
successie.....	91
syndroom van Down	62, 63

T

teengangers.....	82
tijdperken	33
tijdschaal, geologische.....	34
topgangers.....	82
transgeen.....	39
trisomie 21.....	63
troposfeer.....	140
tuinbouw	131
tuinbouw in de open grond.....	134
tuinbouwbedrijven	134
tumor.....	21
tweede orde, consumenten van de	73

U

uilen.....	82
uitzaaiing.....	21
ultraviolette straling	140

V

variatie in genotypen.....	18
veeteelt	131
veeteeltbedrijven	133
verbranden	130
vervuiling.....	112
vervuiling, horizon-	120
verwantschap.....	36
verwering.....	90
verzuring.....	142
vissen	35
visteelt.....	136
vleeseters	71
vlokkentest	61
voedingsgewassen	131
voedselketen	71
voedselnet.....	72
voedselweb.....	72
vogels	36
voorjaarsbloeiërs	85
voortplanten, ongeslachtelijk.....	19
voortplanting, geslachtelijke.....	18
vruchtwaterpunctie	62
vruchtwisseling	137

W

warmte-uitstraling.....	122
waterdamp.....	75, 122
waterkracht.....	121
waterlelie.....	86
watervogels	82
windenergie	120

Z

zangvogels..... 82

zeefsnavel.....83

zeespiegel 123

zomersmog 141

zonneboilers 121

zonne-energie 121

zonnepanelen 121

zonplanten.....85

zoogdieren..... 36

zoolgangers 82

zwerfafval 161

AUTEURS

Arteunis Bos
 Arthur Jansen
 Onno Kalverda
 Hans Rawee
 Gerard Smits
 Ben Waas

EINDREDACTIE

Arteunis Bos
 Onno Kalverda

FOTO'S EN ILLUSTRATIES

123RF: thema 5: 13 r, 18.1, 19, 24, 27.1, 35.3, 35.4, 35.5, 35.7, 35.9, 46, 55 rbm, 55 ro, 77.2, 79; thema 6: 8; AlgaePARC, Wageningen
 UR: thema 7: 18; Angel Photography, Amsterdam: thema 7: 82; ANP Photo, Rijswijk: thema 5: 21 ro; thema 7: 17, 21.2, 40.1, 40.2, 47.1, 79, 88, 94, 100.3, 103; AP Photo / Professor Woo Suk Hwang / Nature / PA: thema 5: 50; Associated Press: thema 5: 72; Teun Berserik, Den Haag: thema 5: 85; thema 7: 1, 6, 15, 106; Buiten-beeld, Nijkerk: thema 6: 77.2; thema 7: 98; Corbis: thema 5: 29, 36.1; thema 6: 17, 43 r; thema 7: 23, 95; Erik Eshuis Infographics, Groningen: thema 5: 16, 23.3, 35 l, 53, 54, 68 r; thema 6: 6, 14, 21, 29, 35, 36, 46, 50, 58, 61; thema 7: 38, 41, 54; Fresh Images / Reporters, Haarlem: thema 5: 48 ml; Getty Images: thema 5: 71; thema 6: 1.1, 51; thema 7: 20, 21.1, 22, 25, 32.2, 33, 34, 68, 69, 107; Hollandse Hoogte, Amsterdam: thema 5: 1, 30, 37.1; thema 7: 39, 40.3, 44, 45, 47.3, 62 b, o, 81, 89, 93, 104; Peter van Houweling Tekst, Genderen: thema 6: 60; Imageselect, Wassenaar: thema 5: 21 lo, 23 rb, 26 ro, 76, 77.3; thema 6: 1 rb; thema 7: 26, 29 lm, 63, 75, 99; John Innes Centre, UK: thema 5: 48 l; International Rice Research Institute: thema 5: 70; iStockphoto: thema 6: 7.1, 7.2; JJP / LookatSciences / Hollandse Hoogte, Amsterdam: thema 5: 5; Medical Visuals / Maartje Kunen, Arnhem: thema 5: 9.2, 10, 61, 78, 80; Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: thema 5: 47, 48 mr, 49, 63; thema 7: 42, 43, 46, 61, 86, 87, 90, 91, 96; Louis Moné Vormgeving, 's-Hertogenbosch: thema 5: 57; Nationale Beeldbank, Amsterdam: thema 6: 38; thema 7: 37, 50; Novum Nieuws, Amsterdam: thema 5: 21 lb; Marijn Olislagers Fotografie, 's-Hertogenbosch: thema 7: 35; Corina van Riel: thema 5: 45; Science Photo Library / ANP Foto,

REDACTIE

Ivonne Hermens, Grada Hooijer, PRosa Redactie

ONTWERP

Uitgeverij Malmberg

OPMAAK

Redactiebureau Ron Heijer, Markelo

BEELDRESEARCH

B en U International Picture Service, Amsterdam

Rijswijk: thema 5: 8, 25, 28, 82; thema 7: 100.1, 100.2; Shutterstock: thema 5: 4.1, 6, 9.3, 14.1, 14.2, 14.3, 20, 23.1, 23.2, 26 lb, mlb, mrb, rb, lo, mo, 27.2, 35.1, 35.2, 35.6, 35.8, 36.2, 38, 41.1, 42 (alle dinosaurussen), 44, 45 ro, 48 r, 51.1, 52.3, 54, 57, 68 l, 75 o, 77.1, 83; thema 6: 9, 12, 15, 16, 20, 23, 24, 28, 37.2, 40, 44, 53, 54, 56, 57, 59, 62, 65; thema 7: 3, 4, 7, 8, 11, 12, 13, 28, 29lb, lo, 30.2, 31, 32.1, 36, 47.2, 51, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 65, 66, 67, 70, 80, 85, 92; Skal Bio Controle: thema 7: 62 (logo); Stichting Veldwerk Nederland: thema 6: 64; Superstock: thema 7: 76; Bas Teunis Zoological Illustrations, Eindhoven: thema 5: 31, 32, 33, 34, 37, 41.2, 58, 59, 60.2, 62, 63, 65, 66, 67, 74, 75.1, 75.2, 75.3; thema 6: 2, 3, 4, 11, 19, 22, 25, 26, 33, 34, 47, 52, 55; thema 7: 9 (dieren); Thinkstock: thema 5: 21 lb; Frank Uijlenbroek / FFU Press Agency: thema 5: 56; Henk van der Vrande: thema 5: 11; thema 7: 52, 72

BEELDEN OMSLAG EN THEMA-OPENINGEN

omslag: zebra, Shutterstock
 thema 5: leerling met DNA-model, Corbis
 thema 6: Oostvaardersplassen: Buiten-beeld
 thema 7: stadstuinjes, Hollandse Hoogte

De uitgever heeft getracht met alle rechthebbenden op beelden en tekst in contact te treden. Mogelijk is dit niet in alle gevallen gelukt. Degene die meent op beelden en/of tekst recht te kunnen doen gelden, wordt verzocht in contact te treden met Uitgeverij Malmberg te 's-Hertogenbosch.

ISBN 978 90 345 8249 2

Zevende editie, vijfde oplage

MALMBERG

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van

23 augustus 1985, St.b. 471, en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

© Malmberg 's-Hertogenbosch

AUTEURS

Arteunis Bos
Arthur Jansen
Onno Kalverda
Hans Rawee
Gerard Smits
Ben Waas

ISBN 978 90 345 8249 2



MALMBERG